



**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**



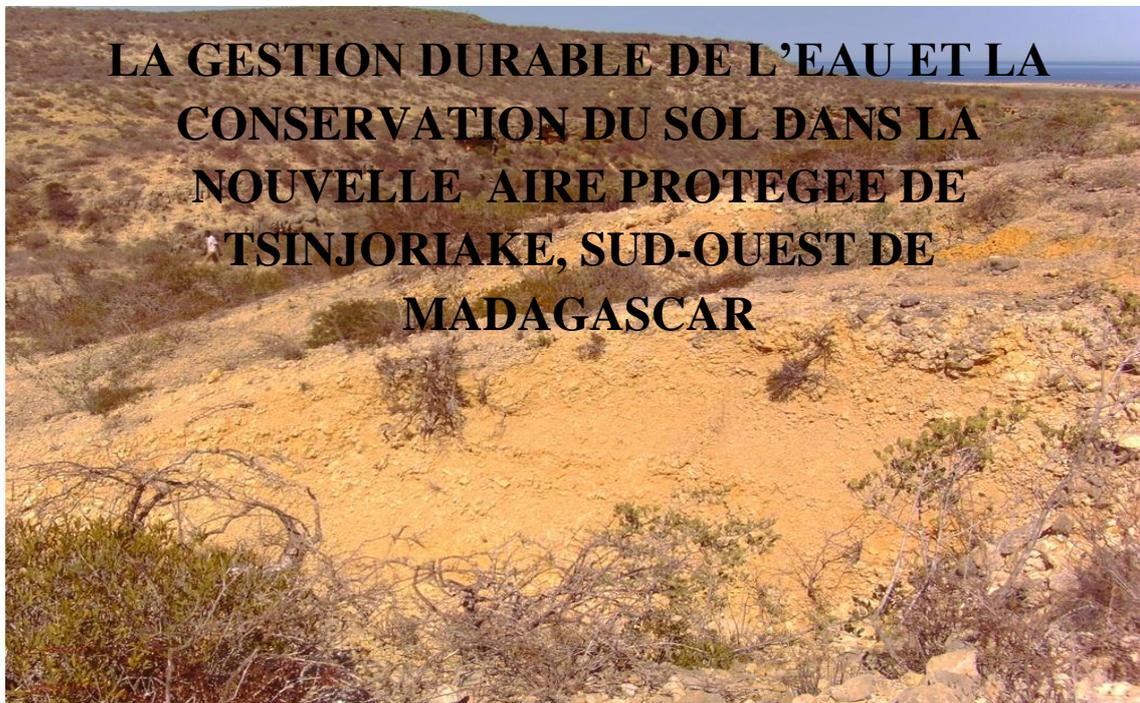
UNIVERSITE DE TOLIARA

FACULTÉ DES SCIENCES

MEMOIRE DE DIPLOME D'ETUDES APPROFONDIES (DEA)

EN BIODIVERSITE ET ENVIRONNEMENT

OPTION : BIOLOGIE VEGETALE



Présenté par :

BE NASAINA Marie Valencia

Soutenu publiquement le 29 décembre 2014 devant les Membres de jury :

Président de jury : Professeur DINA Alphonse

Examineur : Professeur RENE DE ROLAND Lily Arison

Rapporteur : Professeur REJO FIENENA Félicitée

10^{ème} Promotion : année universitaire 2013-2014

FORMAD

REMERCIEMENTS

J'adresse mes plus sincères remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, en particulier :

- *Professeur DINA Alphonse, le président de l'université de Toliara de tout que président de jury ;*
- *Madame le Professeur REJO FIENENA Félicitée directeur de l'Ecole Doctorale de l'Environnements Tropicaux et Biodiversités de l'Université de Toliara,, malgré son emploi du temps très chargé par ses différents occupations, elle a assuré l'encadrement de ce travail ;*
- *Professeur RENE DE ROLLAND Lily Arison pour être l'examineur de ce travail ;*
- *Docteur TOSTAIN Serge, chercheur de l'IRD qui a bien voulu financier ce travail par l'ONG FORMAD.*
- *Tous mes professeurs, également à Docteur RATRIMOMANANA Arimalala Fanja ;*
- *Tous les étudiants de ma promotion et mes amis pour leurs différents appuis.*
- *A mes parents, pour leur soutien financier et moral et toute ma famille surtout à ma sœur Fabiolla.*

MERCI!

Table des matières

INTRODUCTION	I
Choix du thème.....	3
Objectifs de l'étude.....	4
L'étude va vérifier les hypothèses suivantes :.....	4
PREMIERE PARTIE: LE MILIEU D'ETUDE	5
I. Première partie : le milieu d'étude	6
I-1 Localisation et description	6
I-2 Milieu physique	8
I-2.1. Climat.....	8
I-2.2. Vents dominants	10
I-2.3. Hydrographie	10
I-2.4. Pédologie	11
I-3. Milieu biotique.....	11
I-3.1. Végétation.....	11
I-3.2. Animaux.....	13
I-3.3. Le milieu socio-économique et cultural.....	13
I-3.3.1. Les activités	13
DEUXIÈME PARTIE: MÉTHODOLOGIE	17
II. Deuxième partie. Méthodologie.....	18
II-1. Bibliographie	18
II-2. Collecte des données	18
II-2.1. Enquêtes ethnobotaniques	18
II-2.2. Évaluation des pressions.....	18
II-2.4. Choix de la méthode	19
II-2.4.1. Dans la zone de culture.....	19

II-2.4.2. Dans la zone non cultivée	19
II-2.5. Inventaire floristique.....	20
II-2.6. Inventaire des besoins hydriques des espèces végétales	21
II-3.1. Mesures effectuées	21
II-3.1.1. Dominance.....	21
II-3.1.2. Fréquence relative.....	21
II-3.2. Traitements des données. Tests statistiques	22
TROISIÈME PARTIE: RÉSULTATS ET DISCUSSIONS	24
III .Troisième partie. Résultats et discussions	25
III-1. Résultats	25
III-1.1 Résultats des enquêtes.....	25
III-1. 2. Résultats des aménagements dans la réserve	25
III-1. 3 Les espèces cultivées dans la zone de culture	26
III-1. 4 Caractérisation des types de formation végétale	27
III-1. 5. Importance des sols à forte pente	29
III-1. 6. La végétation dans les bassins versants	30
III-1. 9 Résultats du test.....	35
III-2. 1. Explication de mot érosion et son origine.....	35
III-2. 1. 2 Son origine	35
III-2. 2 La zone humide	37
III-2. 4 .L’eaux, les sols, les plantes et les micro-organismes.....	39
III-2. 6 Causes de la déforestation et leurs conséquences	40
CONCLUSIONETRECOMMANDATIONS	44
IV Conclusion et recommandations	45
IV-1 Conclusion	45
IV-2 Recommandations.....	46
IV-2. 1 Contre l'érosion mécanique.....	46

IV-2. 3 Recommandations pour la presqu'île de sable de Sarodrano et pour Saint-Augustin 51

BIBLIOGRAPHIE 52

LISTE DES FIGURES

Figure 1:Carte de localisation de NAP Tsinjoriake.....	6
Figure 2:Carte de zonage de la NAP Tsinjoriake.En vert foncé:les noyaux durs (SIG Andriantaolo/PGME-GTZ,2010)	7
Figure 3:Indice d'efficacité da la saison humide (IHS) du Faritany de Toliara (BATTISTINI,1986)	8
Figure 4:Végétation de Tsinjoriake(TOSTAIN,2014)	12
Figure 5:7a:Prairie à Binabe(BE NASAINA,2014) ; 7b : forêt galerie le long d'Andoharano (BE NASAINA;2014).....	12
Figure 6:A Saint-Augustin.8a:Elevage extensif de cochons;8b:Filets de pêche (BE NASAINA,2014).....	14
Figure 7: 9a ; fabrication du charbon à Bina (BE NASAINA, 2014) ; 9b : Palétuviers coupés à Sarodrano (TOSTAIN, 2010)	15
Figure 8:Tombeau de Vezo à Barn-Hill (BE NASAINA,2014)	16
Figure 9:Lieu de rite pour faire des voeux aux ancêtres à Andatabo(BE NASAINA,2014)	16
Figure 10:Carte de localisation des sites inventoriés.....	20
Figure 11:Digue de pierre à Andatabo (BE NASAINA,2014).....	26
Figure 12: Circuit à Bina avec des pierres contre l'érosion (BE NASAINA, 2104) ; 14b : Mur protégeant la grotte de Sarodrano (BE NASAINA, 2014)	26
Figure 13: Distribution des hauteurs au site 1	27
Figure 14: Distribution des hauteurs au site 2	27
Figure 15 : Distribution des hauteurs au site 3	28
Figure 16:Distribution des hauteurs au site n°4	29
Figure 17 : Distribution des dhp dans chaque site.....	29
Figure 18 : Distribution des pentes, de 20 à 85m (ordonnées) dans les quatre sites	30
Figure 19:19a:Une partie de bassin versant d'Anafiafy à Barn-Hill(BE NASAINA,2014);19b:Partie du bassin versant à Bina ou Circuit Moringa(BE NASAINA,2014).....	31
Figure 20:Les cours d'eaux et les bassin-versants de Tsinjoriake (BE NASAINA,2014) ..	31
Figure 21:21a ; Handy (<i>Neobegneamahafaliensis</i>) en desquamation ; 21b ; <i>Aloesp</i> avec ses feuilles succulentes (BE NASAINA,2014)	33
Figure 22:22a ; Baobab en forme de bouteille ; 22b : Laro (<i>Euphorbiatirucalli</i>) sans feuilles (BE NASAINA, 2014).....	33

Figure 23:Termitière à Binabe (BE NASAINA, 2014).....	34
Figure 24:24a : Dune à Saint Augustin;24b: à Sarodrano (BE NASAINA,2014)	36
Figure 25:25a ; Grotte à Binabe; 25b:Grotte de Sarodrano (BE NASAINA,2014)	38
Figure 26:Causes de la dégradation des forêts dans le Sud-ouest de Madagascar (FIENENA,2013)	42
Figure 27:Nature des problèmes : le déséquilibre du milieu aménagé entraine la dégradation des sols puis l'érosion s'accélère (d'après ROOSE ,1994)	43
Figure 28: Retenue d'eau réalisée pour chercher des pierres précieuses (BE NASAINA,2014).....	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Données climatologiques de Toliara de 2004 à 2013 (Source :Andranomena Toliara)	9
Tableau 2:Températures de 2009-2012 (Source:météoAndramena Toliara)	10
Tableau 3: Richesses spécifiques dans chaque site (voir annexe 5) et dans chaque parcelle(Total du nombre d'individu dans 4 sites et 5 parcelles).....	23
Tableau 4:Tableau réduite pour calculer la valeur du Khi-deux	23
Tableau 5 : Listes des familles des espèces inventoriées dans les sites d'études par ordre d'importance	28
Tableau 6:Demande sociale dans la région Sud-ouest de Madagascar	41
Tableau 7:Les modes de gestion des eaux correspondent à la structure antiérosive et technique culturale (ROOSE,1995)	47
Tableau8:Les espèces recommandées.Légende :X:Possible ;XX:Faisable;XXX:Recommandée.(RAZAFINDRAIBE,2006;RAHARINIRINA2009)...	50

LISTE DES ANNEXE

Annexe I : Photos montrant la pression anthropique sur la végétation et le sous-sol dans la NAP Tsinjoriake (BE NASAINA, 2014)

Annexe II: Photos de la zone de culture et l'algue rouge à Sarodrano (BE NASAINA, 2014)

Annexe III: Photos sur les conséquences de la destruction de la forêt à Tsinjoriake et sur des aménagements (BE NASAINA, 2014)

Annexe IV : Phénologie des principales espèces végétales inventoriées avec leur adaptation à l'aridité

Annexe V: Liste des espèces végétales inventoriées

Annexe VI: Distribution des dhp par site et par parcelle

LISTE DES ACRONYMES

ACU : Aumônerie Catholique Universitaire

ANAE: Association Nationale d'Action Environnementales

AP : Aire Protégée

°C : Degré Celsius

DHP (dhp) : Diamètre à Hauteur de Poitrine

DII : Degré de liberté

DRS : Défense et Restauration des Sols

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (Food and Agriculture Organization)

GCES : Gestion Conservatoire des Eaux et des Sols

GELOSE : Gestion Locale Sécurisé

GIRE : Gestion Intégré des Ressources en Eau

GIZ : DeutscheGesellschaft fur Internationale Zusammenarbeit

GPS : Global Positionning Système

H : Hypothèse

IRD : Institut de Recherche pour le Développement

LAE : Lutte Antiérosive

NAP : Nouvel Aire Protégé

ONE : Office National de l'Environnement

ONG : Organisation Non Environnementale

PAG : Plan d'Aménagement et de Gestion

PGME : Programme Malgache Germano pour l'Environnement

RN7 : Route National n°7

TAMIA : Tahosoa Ala –andrakyMitambatsyJanantsonoAndatabo

ZOC : Zone d'Occupation Contrôlée

ZUC: Zone d'Utilisation Contrôlée

GLOSSAIRE

Algue : Plante généralement chlorophyllienne et aquatique, vivant en eau douce ou en mer, et qu'on utilise principalement en cosmétique et dans l'agro-alimentaire.

Bassin versant (ou bassin hydrographie) : portion de la surface terrestre drainée par un cours d'eau, c'est l'unité ou cadre de toute étude hydrologique.

Biomasse : Ensemble de la matière organique animale ou végétale présentée dans un espace déterminé (ou masse totale des organismes vivants présents sur une surface déterminée).

Chasse : Activité consistant pour l'homme à capturer ou tuer du gibier dans son milieu naturel afin de la consommer ou d'en commercialiser certaines parties.

Cueillette : Récolte des plantes comestibles sauvages dans les sociétés qui ne pratiquent pas l'agriculture.

Climatologie : Sciences étudiant les phénomènes météorologiques, l'évolution et la répartition des climats.

Cours d'eau : Écoulement de la source vers l'embouchure des eaux (d'un fleuve ou d'une rivière), ou eaux qui s'écoule sous l'action de la gravité dans lit limité par des berges et qui travers dans un bassin.

Croûtes battance : Imperméabilité de la surface du sol qui freine l'infiltration de l'eau dans le sol et augmente les risques de ruissellement et d'érosion hydrique.

Diguette (petit barrage) : C'est une petite construction destinée à contenir les eaux de mer, de rivière ou de pluie.

Dune : Colline de sable façonnée par le vent que l'on trouve dans les déserts, arides, semi-aride et sur les littoraux.

Érosion : Ensemble des phénomènes qui façonnent les formes des reliefs terrestres.

Estuaire : Partie de l'extrémité d'un cours d'eau dans laquelle l'eau de mer vient se mélanger à l'eau douce.

Évapotranspiration : C'est le transfert de l'eau de la terre vers l'atmosphère par évaporation des eaux de surface et du sol et par transpiration de la végétation.

Géobiodiversité : C'est la diversité des mondes vivants et des mondes physiques (la diversité de la nature).

Grotte : Cavité sous la surface de la terre ou à flanc de colline, de falaise ou de montagne (excavation naturelle généralement rocheuse).

Infiltration : Pénétration lente des eaux de surface dans le sol.

Lac : Nappe d'eau douce ou plus rarement salée, occupant une dépression fermée à la surface du globe.

Marais : Zone inondée d'eaux stagnantes douces ou salées peu profondes, dont la flore se compose de plantes aquatiques.

Marécages : Étendue de terrain couverte d'eaux stagnantes de faible profondeurs et formant un marais.

Milieu physique : C'est le biotope, une composante inerte (abiotique) d'un écosystème.

Oasis : Petit espace au milieu du désert, situé autour ou à proximité d'un point d'eau, fertile et cultivé.

Pisciculture : Élevage de poissons.

Ruissellement : Écoulement des eaux provenant de la pluie ou de la fonte des neiges à la surface de la terre (l'écoulement de l'eau à la surface du sol).

Tourbières : Écosystème de marécage à où la matière organique se crée plus rapidement qu'elle ne se décompose entraînant l'accumulation de substance végétale partiellement décomposée, matériau appelé tourbe.

RESUME

Ce travail a pour objectif d'identifier les causes de l'érosion sur la zone d'étude du NAP Tsinjoriake. La population locale du NAP a une forte dépendance aux ressources forestières pour assurer leurs revenus ce qui entraîne la destruction de la forêt. La dégradation de la forêt c'est la principale source de la dégradation du sol. La conservation du sol se lie toujours au facteur hydrique qui existe dans un milieu. La gestion durable en eau et conservation du sol c'est une suggestion pour lutter contre l'érosion. Mais la recommandation change suivant le climat de la zone d'étude. La seule solution biologique efficace de résoudre le problème d'érosion est la reforestation d'arbustes et d'arbres pionniers à fort enracinement, à fort taux de multiplication.

Mot clé : érosion, dégradation, conservation, gestion, reforestation, sol, eau.

SUMMARY

This work aims to identify the cause of erosion on the study area NAP Tsinjoriake. The local population of the NAP has a strong dependence on forest resources for their income, which cause the destruction of the forest. The degradation of the forest is the main source of land degradation. Soil conservation always binds to water factor that existed in a medium. Sustainable water management and soil conservation is a suggestion to fight against erosion. However, the recommendation changes depending on the climate of the study area. The only effective biological solution to solve the problem of erosion is the reforestation of shrubs and trees pioneers' strong roots, high multiplication rate.

Keyword: erosion, degradation, conservation, management, reforestation, soil, water.

INTRODUCTION

Dans le monde entier, les conséquences graves provoquées par des pressions entropiques se multiplient. L'histoire des forêts varie au cours de l'histoire de l'humanité, l'homme améliore la qualité de vie des populations, mais c'est aussi celle de la déforestation (FAO, 2012). La phase de l'extinction de la forêt aujourd'hui correspond à une sixième extinction dont le taux est énormément plus élevé qu'autrefois provoquée principalement par les sociétés humaines (PRIMACK et RATSIRARSON, 2005). La destruction des productions primaires est énorme. Des changements climatiques, la diminution des sources en eau, la diminution de la fertilité du sol, des érosions et la destruction d'environnements entiers s'intensifient. C'est que des conventions ou des conférences internationales tentent de sauver notre avenir. La conférence internationale de l'eau et de l'environnement s'est tenue à Dublin, précédant le premier Sommet de la Terre à Rio de Janeiro en 1992. Ce sommet a donné beaucoup d'importance à l'eau en rappelant plusieurs principes :

- L'eau douce ressource fragile et non renouvelable est indispensable à la vie, au développement et à l'environnement ;
- La gestion et la mise en valeur des ressources en eau doivent associer, usagers, planificateurs et décideurs à tous les échelons ;
- Les femmes jouent un rôle essentiel dans l'approvisionnement, la gestion et la préservation de l'eau
- L'eau, utilisée à de multiples fins, a une valeur économique et devrait donc être reconnue comme bien économique.

La GIRE (Gestion Intégrée des ressources en Eau) procède de la nécessité d'éviter ou de régler un problème ou une crise. Certains estiment que cette interaction peut être évaluée et gérée le plus efficacement au niveau du bassin versant. Le bassin est en effet une unité de gestion capitale de l'eau (MORIARTY *et al.*, 2007). Un colloque international sur la lutte antiérosive (LAE) s'est tenu à Port-au-Prince (Haïti) en 2009 (DUCHAUFOR *et al.*, 2009). Ce colloque a abordé les thèmes suivants :

- Efficacité de la lutte antiérosive sur la restauration de la productivité des sols.
- Influence de la lutte antiérosive (techniques culturales, structures anti érosives et reboisement sur la dynamique de l'eau de la parcelle au bassin versant).
- Les aspects agronomiques de la GCES (gestion conservatoire des eaux et des sols).

- Rôles des arbres dans la GCES en fonction du bilan hydrique régional.
- Aspects socio-économiques de la Lutte antiérosive.

L'érosion est un problème vieux comme le monde : elle a sculpté nos paysages mais aussi construit les deltas fertiles. Cependant, depuis un siècle, avec le développement exponentiel de la population, les processus de dégradation des terres ont pris des dimensions inquiétantes pour la gestion durable du monde : plus de 16 % des terres cultivables ont été dégradées, essentiellement par l'érosion hydrique (55 %) et éolienne (28 %) (ROOSE, 2004). Madagascar connaît depuis plus d'un siècle des phénomènes d'érosion très actifs en relation avec une croissance démographique très rapide (ROOSE, 1995). La technique traditionnelle de culture et d'élevage qui demande la destruction de la forêt, feux de brousse, l'exploitation de la forêt et les extractions minières sont la principale source. La couverture de forêt naturelle en 2010 a été évaluée à 9 220 040 ha. Environ 36 000 ha de forêts naturelles ont été perdus chaque année à Madagascar entre 2005 et 2010. Les taux de déforestation régionaux les plus élevés ont été constatés dans les forêts sèches de l'Ouest avec un taux de perte de 0,9% et 0,8% par an pour la période, respectivement pour les Régions de Boeny et d'Atsimo Andrefana (ONE *et al.*, 2013). Madagascar possède une biodiversité qui suscite un intérêt mondial. Elle se présente aussi comme un pays à méga-diversité biologique (CARRET *et al.*, 2012). Le domaine phytogéographie du Sud-ouest constitue un ensemble surprenant tant par la grande spécificité d'une flore aux types biologiques inhabituels par la vivacité et la netteté de ses associations végétales (SALOMON, 1978).

Cependant, le Sud de Madagascar est riche en espèces de flore et de faune qui rend le taux d'endémisme le plus élevé, mais leurs destructions sont intenses. Les écosystèmes de Tsinjoriake sont fortement menacés et la fragmentation forestière ne cesse de s'aggraver (RAHARINIRINA, 2009). Elle subit beaucoup des pressions : les habitants collectent du bois de chauffe partout et commencent à couper les arbres vivants. Ils les récupèrent une fois sèche. La collecte de bois de chauffe pour la production de briques est une des plus grandes menaces. Le charbon de bois, les coupes collectives de bois d'œuvre, de bois de construction se multiplient, les grands arbres étant ciblés (GIZ, 2010). Plusieurs animaux sont, aussi chassés. Tous cela sont des pressions qui entraînent des conséquences néfastes sur cette zone. Des érosions, des dégâts dus à l'eau de ruissellement comme des lessivages de nutriments des sols, la sédimentation dans les récifs, l'ensablement de l'estuaire et des bassins versants ont été observées. L'eau de pluie provoque des crues des ruisseaux et participe à la destruction de la route.

Le transfert de gestion par GELOSE aux populations locales et des reboisements sont la seule solution de restaurer mais, la situation reste toujours inquiétante (RAHARINIRINA, 2009).

Actuellement, TAMIA est en attente de la délégation de gestion de la NAP Tsinjoriake, suite à une demande formulée au mois d'août 2011 (GIZ, 2012). Elle a mis en œuvre des activités de sauvegarde, en collaborant avec les autres acteurs comme GIZ, Fondation TanyMeva. Mais la mise en œuvre des plans de restauration intéressante et valable en aidant l'association est le moyen plus efficace de rétablir vite ces magnifiques endroits et unique au monde. La période de pluies de sud de Madagascar ne cesse de diminuer puis le sol est infertile. D'où le thème : « **La gestion durable en eau et la conservation du sol dans la Nouvelle Aire Protégé (NAP) de Tsinjoriake de Sud-ouest de Madagascar** » a été présenté, en collaborant avec IRD et l'Université de Toliara. Cette aire protégée de Tsinjoriake représente une des premières étapes dans la réalisation de la Vision Durban, un programme du gouvernement pour tripler la superficie des aires protégées de Madagascar (RAHARINIRINA, 2009). Notre étude à lieu dans cette NAP (Nouvelle Aire Protégée), car avant la création de cette aire, la destruction intense existe, par conséquent, la partie nue du sol, le début de la ravine, l'érosion, des savanes herbeuses représentent partout. Le bassin versant est caractérisé par un relief généralement montagneux. L'étude se basait sur l'identification des causes de l'érosion sur cette zone. Puis, la recherche de base de données va fournir des éléments nécessaires pour la future et la gestion communautaire de cette Aire Protégée. Cette étude présente quatre parties :

- Présentation de la zone d'étude ;
- Méthodologie ;
- Résultats et discussions ;
- Conclusions et Recommandations.

Choix du thème

Tsinjoriake a subi beaucoup de pression avant sa création et même aujourd'hui, on peut voir des témoignages partout ; des sols nu, le début de ravines, des prairies, et des traces d'érosion (voir annexe III). La Nouvelle Aire Protégée (NAP) est située dans une zone semi-aride sur un plateau calcaire avec peu de sources d'eau alimentées par quelques pluies irrégulières. En période de pluie, le ruissellement est important faisant de graves dégâts.

Il est nécessaire de gérer ou de restaurer les zones dégradées en développant des techniques valables pour conserver les sols. C'est pour cela que le thème « Gestion durable de l'eau et la conservation du sol de la Nouvelle Aire Protégée de Tsinjoriake, Région de Sud-ouest de Madagascar » a été choisi. L'étude a pour objectif de proposer à la population locale des techniques de conservation des sols et donc de la végétation ainsi que de la gestion des eaux pluviales.

Objectifs de l'étude

La gestion de l'eau s'appuie sur des structures antiérosives et des techniques culturales en accord avec le bilan hydrique. La destruction de la couverture végétale et des matières organiques entraînent la dégradation de la structure et de la vitalité des sols et par conséquent, augmente les risques de ruissellement et d'érosion (ROOSE, 1995). Avec le climat aride du Sud-ouest, l'érosion prend des aspects particuliers : en saison sèche, c'est l'action du soleil ou des vents forts à pouvoir desséchant intense qui dominent. L'ensablement est une des causes de la diminution de la fertilité des sols en les rendant incultes (ONE, 2008). En saison humide, les fortes pluies agressives provoquent des ruissellements très érosifs qui peuvent entraîner la formation des ravines. La susceptibilité des sols à l'érosion est déterminée par leur texture et leur structure, d'où la notion de stabilité structurale. Plus les sols sont sableux, plus ils sont érodables (ONE, 2008).

Ainsi, l'objectif principal de l'étude c'est d'identifier les causes de l'érosion sur la zone d'étude.

Plusieurs objectifs spécifiques ont été envisagés :

- Observer les sols puis les plantes pour relever les menaces qu'ils subissent.
- Sensibiliser les populations riveraines sur l'importance des forêts.
- Analyser les différents aspects de la variabilité climatique sur un échantillon de bassins versants.
- Proposer des recommandations sur la gestion durable en eau et la conservation des sols.

L'étude va vérifier les hypothèses suivantes :

- Il existe une liaison entre la disparition de la forêt et la dégradation du sol.
- la destruction de la végétation est à l'origine de l'érosion des bassins versants.
- L'érosion entraîne l'ensablement des rivières et de la mer ainsi que la disparition d'animaux aquatiques.
- La dégradation de la végétation provoque des perturbations climatiques et écologiques.

PREMIERE PARTIE

MILIEU D'ETUDE

I. Première partie : le milieu d'étude

I-1 Localisation et description

La zone d'étude se trouve à Toliara II, dans l'Aire Protégée d'Andatabo – Saint Augustin à 15 km de la ville de Toliara. La superficie totale est de 5 855 ha. Elle s'étend vers le Sud et l'Est et couvre le rejet de la faille de Toliara (RAHARINIRINA, 2009).

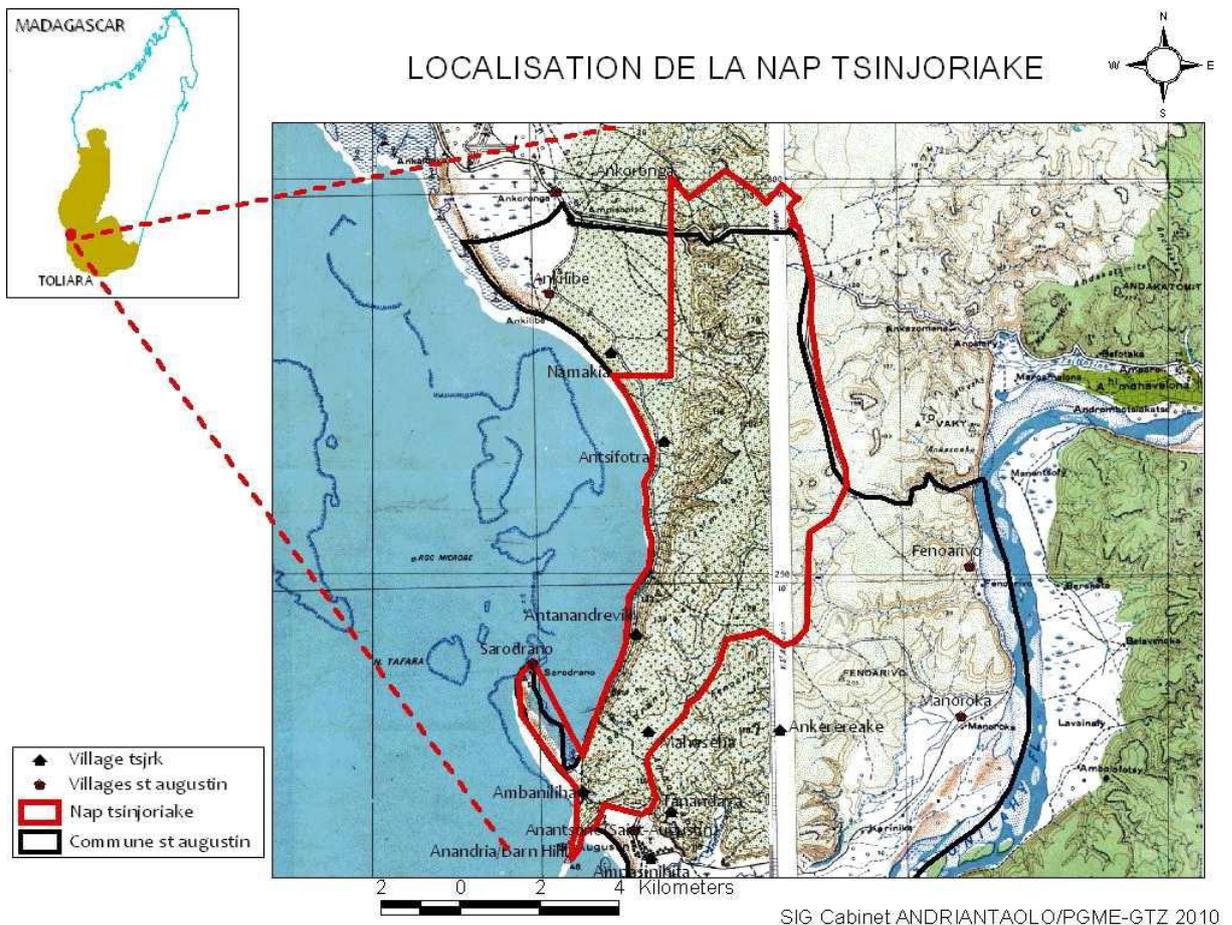


Figure 1: Carte de localisation de NAP Tsinjoriake

Le PAG décrit le zonage de la NAP qui se réfère au code des Aires Protégées (AP).

Ainsi il y a :

- Un noyau dur délimité et réglementé, conformément à l'article 6 de la N°2001-005 portant code de gestion des AP. Seules des activités de recherches, de surveillance et de contrôle y sont permis. Le noyau dur ou zone prioritaire de conservation couvre une étendue de 1 854 ha, soit environ 32% de la surface totale.

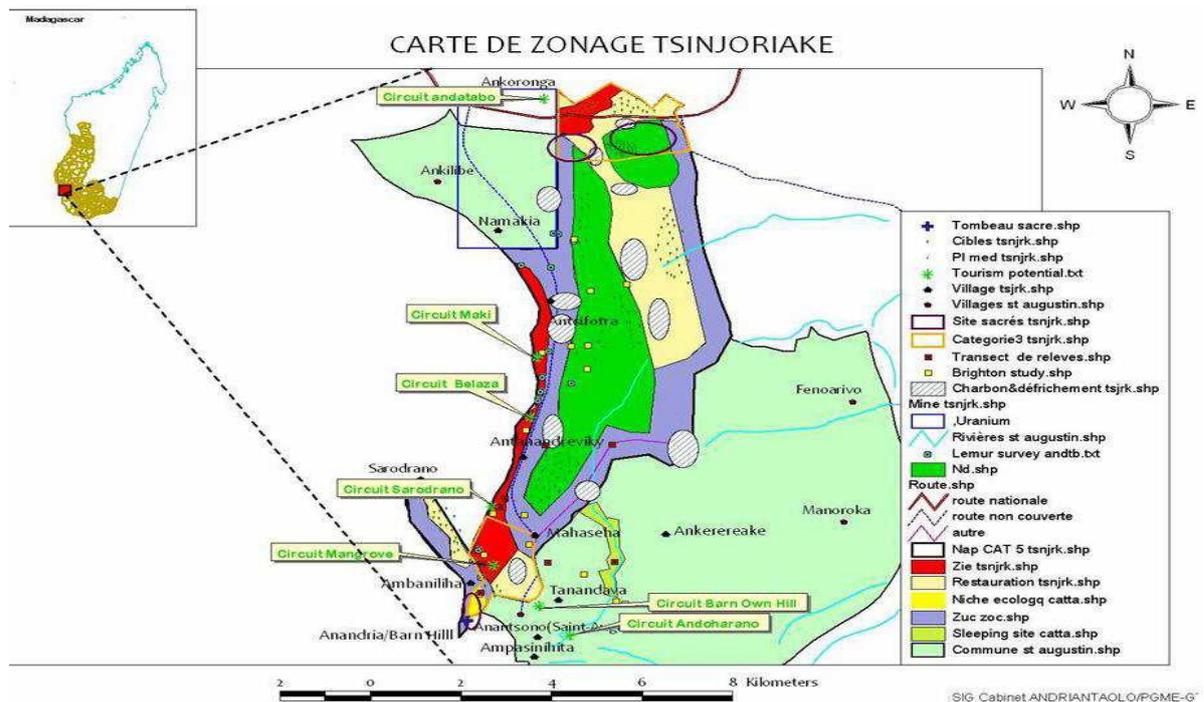


Figure 2: Carte de zonage de la NAP Tsinjoriake. En vert foncé: les noyaux durs (SIG Andriantaolo/PGME-GTZ, 2010)

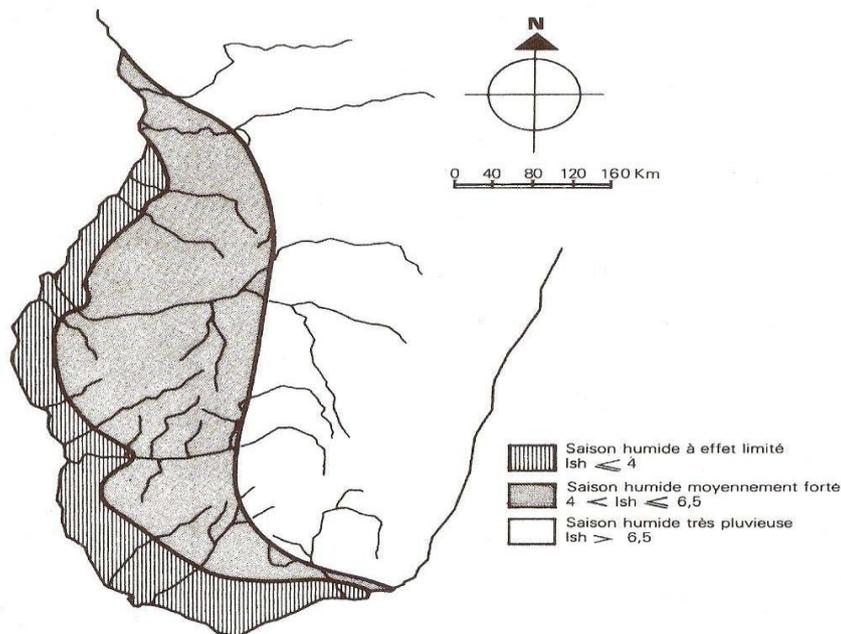
- Une zone de restauration sur 25% de la superficie totale. Cette zone, accessible à la population, est composée par des savanes boisées dégradées qu'il est nécessaire de restaurer pour permettre de satisfaire les besoins en bois de la population.
- Une zone Tampon, dans laquelle les activités sont limitées et régies par voie réglementaire pour assurer une meilleure protection de l'AP. Elle comprend la ZOC et la ZUC (GIZ, 2012).

I-2 Milieu physique

I-2.1. Climat

La zone d'étude se situe dans la région de Sud-ouest de Madagascar. Elle est soumise à un climat de type tropical subaride à deux saisons nettement marquées dont une longue saison sèche de 7 à 9 mois, surtout sur les zones côtières. La saison des pluies est très courte, parfois aléatoire, avec des faibles précipitations, moins de 600 mm/an (PERRIER DE LA BATHIE, 1935 ; ONE, 2008). Les mois les plus arrosés sont les mois de janvier-février (tableau 1).

Le mois le plus chaud est le mois de février, aux alentours de 32-40 °C. Le mois de juillet est le plus froid avec une température moyenne de 14°C à 23 °C (tableau 2).



$Ish = (\text{Somme des coeff. mensuels d'efficacité}) \times (\text{nb. mois humides}) \times 0,1$
Où les coefficients mensuels d'efficacité sont déterminés comme suit :

- P inférieure à 2T : Coeff. eff. = 0
- P supérieure ou égale à 2T et inférieure à 100 mm : Coeff. eff. = 1
- P supérieure ou égale à 100 mm et inférieure à 150 mm : Coeff. eff. = 2
- P supérieure ou égale à 150 mm : Coeff. eff. = 3

Figure 3:Indice d'efficacité de la saison humide (IHS) du Faritany de Toliara (BATTISTINI, 1986)

La moyenne de la pluviométrie entre 2004 et 2013 dans la ville de Toliara est de 352 mm avec comme extrêmes 668 mm en 2005 et 190 en 2009 (tableau 1). Les températures moyennes annuelles dans la région sont comprises entre 23 °C (au sud de l'Onilahy) et 25 °C (Morombe). La variation des températures le long de l'année reste faible (amplitude annuelle comprise entre 7 °C et 10 °C).

Tableau 1: Données climatologiques de Toliara de 2004 à 2013 (Source : Météo Andranomena Toliara)

Année/Mois	Janv	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
2004	33,6	55,2	33,1	6,6	2,6	11,1	9	0,2	17,9	0,2	37,4	95,4
2005	509,5	9	58,7	8,2	4,9	0	27,8	0	12	0	5,5	32
2006	68,7	69,8	6,2	0	0,7	9,8	3,4	15,5	2,4	0	0,2	28,8
2007	298,8	109,4	3,6	63,2	34,7	9	0	2	0	0	0,7	16,9
2008	135,4	84,6	42,6	1,5	10,9	3,1	0	0	0	0,3	1,9	0,8
2009	61,9	0	104	0	9,2	2,9	0	0	4,3	1,1	0	6,9
2010	25,9	42,0	6,1	0,0	89,6	0,0	3,7	0,2	0,3	4,0	2,6	21,8
2011	202,9	191,4	75,2	2,2	7,3	22,7	8,2	33,0	0,0	0,2	0,0	23,5
2012	76,0	45,8	61,6	0	0	0,8	1,9	0	0	0	3,1	17,7
2013	88,9	246,9	0,8	0	14,5	0	0	0	0	0	10,5	0

La température moyenne du mois le plus chaud, entre décembre et février selon les stations est de 32 °C et le maxima peut atteindre 40 °C (tableau 2). Les températures assez basses sont enregistrées à la saison fraîche, la moyenne des minima du mois le plus froid (juillet) pouvant descendre de 10 °C : ces manifestations sont principalement liées à la continentalité et à l'altitude (ONE, 2008).

Tableau 2:Températures de 2009-2012 (Source: météo Andramena Toliara)

Température en °C	°C
Maxima moyen annuel	33,65
Minima moyen annuel	13,85
Température moyenne	23,65
Moyennes du mois le + chaud (janvier – février)	32-34
Moyenne du mois le + froid (juillet – août)	11-14

I-2.2. Vents dominants

L'ensemble de la région Atsimo-Andrefana subit en toutes saisons l'influence de l'alizé, vent d'Est – Nord-Ouest devenu sec après avoir franchi toute la partie Sud - Sud-est du pays. Le long du Canal du Mozambique, le vent résulte essentiellement de l'action brises de terre (Est à Sud-est) et brises de mer (Ouest à Sud-ouest). La frange côtière est souvent balayée par un vent dominant, «*Tiok'Atimo*», de direction Sud-ouest – Nord- Est, et qui constitue un facteur sélectif local de la végétation. En saison chaude, on observe une diminution des vents du secteur Est et Sud-est avec un léger renforcement du secteur Ouest et Sud-ouest. En été, l'échauffement de la vallée de Taheza, à la fin de l'après-midi provoque l'ascendance d'un vent local appelé «*Tiok'ora*» provoquant de forts orages de fin de journée. Près des côtes, la brise marine, toujours en fin de journée, peut également déclencher quelques précipitations (ONE, 2008).

I-2.3. Hydrographie

Tsinjoriake comme son nom l'indique, contient une vaste partie de mer d'Ankilibe jusqu'au Saint-Augustin. Le littoral est caractérisé par la présence de palétuviers et des résurgences d'eau douce provenant du plateau karstique, immergées à marée haute ou non. L'AP est encadrée, au Sud, par le fleuve à régime permanent de l'Onilahy, et au Nord par celui du Fiherena qui a un régime intermittent (RAHARINIRINA, 2009). La petite rivière d'Andoharano se jette dans le fleuve Onilahy à son embouchure à Saint-Augustin. Il y a deux grottes sacrées qui ont de l'eau douce.

I-2.4. Pédologie

La NAP Tsinjoriake est située sur un plateau calcaire avec une bordure de sable marin à l'Est (presqu'île de Sarodrano) et du sable d'origine fluvial au Sud (baie de saint Augustin). D'après une étude de sols, il existe 3 types de sols (BESAIRIE, 1972) :

- Sols sableux sur le littoral, sables alluviaux, calcaires gréseux quaternaires ;
- Sols alluvionnaires aux alentours d'Andoharano,
- Sols rocailleux à sables roux sur les flancs et sommets des reliefs. Parfois, des sols calcaires cristallins et coquilliers sont observés en alternance avec des marnes.

I-3. Milieu biotique

I-3.1. Végétation

La zone d'étude se trouve dans le domaine du Sud-ouest (PERRIER DE LA BATHIE, 1935), constitué de plantes xérophytes de port très divers et par une seule formation végétale, la brousse à Euphorbes et à Didieracées. L'ensemble a un aspect singulier avec de grands arbustes à feuillages de taille réduite, des arbustes et des lianes aphyllés, des petits arbres à tronc monstrueusement renflés et de plantes grasses de formes très variées. La flore est assez uniforme sur toute l'étendue du domaine mais assez riche néanmoins en types spéciaux. Tsinjoriake se caractérise par l'existence de fourrés épineux constitués de plusieurs formes biologiques adaptées à l'écosystème dont :

- Des plantes grasses ou Crassulésentes.
- Des plantes à feuilles microphylles qui évitent la perte d'eau par évapotranspiration en particulier aux longues périodes sèches (exemple : *Bauhinia grandidieri*,...).
- Des plantes sans feuilles (aphyllie) ou avec des pseudo-feuilles par exemple *Alluaudia dumosa*, *Euphorbiaoncoclada*, *Euphorbiastenoclada*.
- Des plantes spinescentes où les feuilles sont remplacées par des épines (exemple : *Mimosa volubilis*,...).
- Des plantes caduques avec des feuilles qui tombent pendant la saison sèche (exemple : *Jatropha mahafalensis*, *Adansonia rubrostipa*, *Cyphostema lazaparvifolia*,...).



Figure 4:Végétation de Tsinjoriake (TOSTAIN, 2014)

La végétation de Tsinjoriake est dominée par des Euphorbes et Bursceracea. Dans les fourrés et les prairies comme le cas de Binabe, il y a des espèces indicatrices de la dégradation, exemple : *Mimosa sp. (Roy)*, *Poupartiacaffra(Sakoadiro)* et *Dicraeopetalummahafaliense(Lovainafy)*. On a observé aussi quelques forêts galeries d'Andoharano et des mangroves littorales. La mangrove est un écosystème incluant un groupement de palétuviers principalement ligneux spécifiques, ne se développant que dans la zone de balancement des marées appelée « estran » des côtes basses des régions tropicales. Il y a quatre espèces différentes : *Bruguieragymnorhiza*, *Ceriopsboviniana*, *Avicennia marina* et *Soneratia alba*.



Figure 5:5a:Prairie à Binabe (BE NASAINA, 2014) ; 5b : forêt galerie le long d'Andoharano (BE NASAINA, 2014)

Tsinjoriake présente aussi quelques habitats spécifiques et ceci du Sud au Nord (RAHARINIRINA, 2009) comme :

- la formation naine de Barn Hill où la plupart de la végétation ne dépasse pas 1 m ;
- la formation dominée par *Moringadrouhardi* sur le flanc de Bina ;

- les formations spécifiées par l'*Allaudia comosa*;
- les formations spécifiées par les *Delonix adasonoides*;
- les formations spécifiées par l'*Adansoniarubrostipae* et *Pachypodiumgeayi*;
- les formations spécifiées par les *Erytrophysaesculina*.

I-3.2. Animaux

La zone d'étude est riche en flore et en faune dont beaucoup sont endémiques. Dans la NAP Tsinjoriake, il y a 60-77 espèces d'oiseaux avec 30-47% endémiques de Madagascar et 13-18 % endémiques régionales. Dix espèces d'oiseaux sont endémiques du Sud, dont les plus importants sont le *Caliculicus rufocarpalis* et le *Coua verreauxi*.

Le *Caliculicus rufocarpalis* est une espèce qui a été découverte à Andatabo en 1997 (GOODMAN *et al.* 1997), et la population de l'aire protégée est estimée à 30-100 couples. Il y a 23 espèces de mammifères, dont, 4 lipotyphlans, 02 introduced rodents et 14 chiroptères 03 espèces de lémuriens (01 diurne : *Lemur catta* et 02 nocturnes : *Microcebus griseorufus* et *Microcebus murinus*). La population de l'AP est composée d'au moins six groupes incluant au moins 47 individus, répartis surtout dans la partie ouest de la zone. Parmi les six groupes, deux habitent les mangroves (seuls lémuriens connus utilisant ce type d'habitat). Il y a aussi des chauves-souris dans quelques grottes. Au moins 16 espèces y ont été répertoriées (GOODMAN *et al.* 2005), dont plusieurs sont endémiques à Madagascar et d'autres sont très rares dans le Sud. Une autre espèce, le *Pteropus rufus*, se trouve également dans l'AP mais n'utilise pas les grottes.

Des reptiles de 18 -35 espèces de reptiles identifiées, appartenant à sept familles (GIZ, 2010).

I-3.3. Le milieu socio-économique et cultural

I-3.3.1. Les activités

La population de la région est composée des plusieurs ethnies ; Vezo, Tañalana, Masikoro, Tandroy, Mahafaly. La population de la NAP pratique de nombreuses activités :

- **Pêche** : Les Vezo sont la majoritaire de la population locale de la NAP, leurs activités principale c'est la pêche. Presque toutes les populations sont des pêcheurs, mais ils pratiquent encore les techniques traditionnelles et non réglementaires (filet à petite maille et non-respect de la période de pêche).

Les produits de la pêche ne cessent de diminuer durant les quatre dernières années dues notamment aux variabilités climatiques et l'ignorance des techniques de pêche améliorées (A.N.A.E, 2007).

- **Élevage** : L'élevage presque de type extensive, surtout les chèvres et ils pratiquent aussi quelques élevages des bœufs. Ce sont les Mahafaly et les Tandroy qui intègrent presque dans cette activité et en particulier, ils se concentrent dans le village d'Ankoronga. Actuellement, la population du Saint-Augustin à commencer de pratiquer l'élevage porcin, de volaille et du caprin. Mais, par l'absence de l'encadrement et d'appui technique dans ce domaine, on assiste à un type d'élevage extensif de porc et de petits ruminants (chèvres) caractérisé par la faiblesse de la production (figures 6a).



Figure 6:A Saint-Augustin.6a: Elevage extensif de cochons;6b: Filets de pêche (BE NASAINA, 2014)

- **Agriculture** : Les populations locales profitent la fertilité du sol sur le long de fleuves Onilahy et celle de rivière d'Andoharano. Ils pratiquent la culture des patates douces, des manioc, des maïs, des légumineuses comme des haricots, niébé (*lojy*), gros pois et en présences de quelques surfaces de riz, leurs pratiquants sont entièrement traditionnels. La surface cultivable est régulièrement inondé soit par la crue, soit par la marée haute (A.N.A.E, 2007) d'où la diminution de la surface cultivable et les produits agricoles. Alors les habitants se concentrent sur l'exploitation forestière et la chasse (RAHARINIRINA, 2009).

- **Exploitation forestière** : Dès la création, la NAP a subi beaucoup des menaces et jusqu'à nos jours. Les Masikoro sont presque les exploitants de la forêt. Ils pratiquent des charbons et fait la collecte de bois de chauffe. Ils sont à la fois des pêcheurs et collectes aussi des produits dans les mangroves à la fois aussi éleveurs des chèvres.

Les Tañalana fabriquent des briques *Tanimangadans* le village d'Ankoronga (voire annexe 1) qui est la principale cause de la déforestation, car ils collectent beaucoup de bois pour alimenter leur fabrication. Comme les Masikoro, ils sont à la fois pêcheurs et éleveurs. Les arbres les plus grands sont sélectionnés et certaines espèces sont ciblées comme les espèces *hadim-boitse* (*Neobegnea mahafaliensis*), *hazombalala* (*Gelonium adenophoum*), *katrafay*(*Cedrelopsisgrevei*), les *Commiphora* et les *Euphorbia*. Ils approvisionnent les populations riveraines et celles de la ville de Toliara. Toutes les espèces sont abattues, à l'exception des *Adansonia*, *Pachypodium* et *Moringa drouhardii*. (RAHARINIRINA, 2009) .Dans les lieux de fabrication de charbon, les ligneux ayant un diamètre supérieur à 15 cm ont presque tous disparu. Aujourd'hui même avec une taille inférieure à 15 cm, ils sont transformés en charbon (Figure 7a).

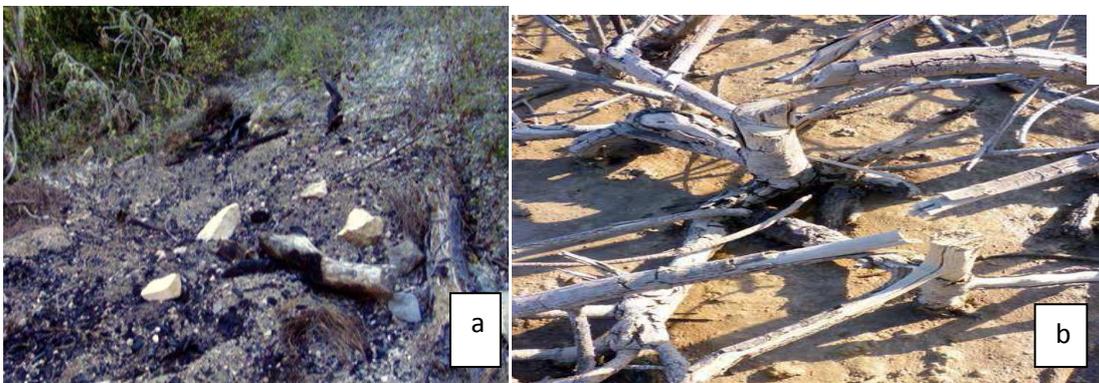


Figure 7: 7a ; fabrication du charbon à Bina (BE NASAINA, 2014) ; 7b : Palétuviers coupés à Sarodrano (TOSTAIN, 2010)

La coupe sélective de bois d'œuvre et de bois de construction se fait partout dans la zone accessible de l'aire protégée, incluant les mangroves (Figure 7b). Ces milieux en particuliers procurent des ressources importantes (forestières et halieutiques) pour les populations vivantes sur ces côtes. Les mangroves sont les écosystèmes les plus productifs en biomasse de notre planète. Les populations locales profitent beaucoup de leurs produits. Actuellement, ces coupes ont diminué, car elles sont réglementées. Ils pêchent des crabes, crevettes, poissons dans cet écosystème. Plusieurs différents types de produits secondaires sont collectés dans les fourrés de l'aire protégée, incluant des dizaines d'espèces de plantes médicinales (ex *Katrafay*), les ignames sauvages, le miel, et les plantes ornementales. Ils collectent des espèces rares et endémiques. Plusieurs espèces de faune sont chassées dans l'aire protégée, incluant les oiseaux *Coua* sp., *Numida meleagris*(*Akanga*) et *Turnix nigricollis*(*Kibo*), et le *Tandraka*(*Tenrec ecaudatus*).

Cependant, quelques espèces rares et importants pour la conservation sont également chassées dont le *Maki (Lemur catta)* et les deux espèces de tortues, *Astrochelys radiata* et *Pyxis arachnoides*. Dans la grotte Sarodrano remplie d'eau e trouve un poisson endémique. Cette piscine naturelle attire des touristes (GIZ, 2010). Avant, cette magnifique piscine il y a de mangrove. Mais aujourd'hui il est entièrement dégradé.

I-3.3.2. Traditions locales

La population locale de cette zone respecte la tradition. Plusieurs endroits du NAP sont sacrés comme le cas des deux grottes (grotte de Binabe et de Sarodrano) et quelques endroits sont Fady. Puis on y trouve plusieurs tombeaux.



Figure 8: Tombeau de Vezo à Barn-Hill (BE NASAINA, 2014)



Figure 9: Lieu de rite pour faire des vœux aux ancêtres à Andatabo (BE NASAINA, 2014)

DEUXIÈME PARTIE

MÉTHODOLOGIE

II. Deuxième partie. Méthodologie

II-1. Bibliographie

L'étude bibliographique a été réalisée avant la descente sur le terrain et avant la rédaction, qui s'est effectuée dans plusieurs centres de documentation. Pour faire la proposition de la recherche, de faciliter les collectes des données et la rédaction. Les centres de documentation utilisés sont les suivants :

- La bibliothèque de la Biodiversité de l'Université de Toliara ;
- Au siège du GIZ ;
- La bibliothèque Tsiebo Calvin de Toliara ;
- Bibliothèque de l'ACU (Aumonerie Catholique Universitaire) Toliara ;
- Bibliothèque Nationale, Antananarivo ;
- Internet.

II-2. Collecte des données

II-2.1. Enquêtes ethnobotaniques

Des enquêtes auprès des villageois et des guides locaux ont été effectuées pour obtenir des renseignements sur :

- l'histoire de la forêt ;
- les pressions que les forêts subissent ;
- les tabous ou « Fady » locaux ;
- l'utilisation locale des produits forestiers ;
- la production d'algues rouges.

II-2.2. Évaluation des pressions

Évaluation est basée sur l'observation totale de cette zone. De regarder les différents types de la formation végétale et la couverture du sol puis l'exploitation qui y existe.

II-2.3. Évaluation des aménagements réalisés

L'érosion est les principaux dégâts dans cette zone puis l'ensoleillement du sol due à la destruction intense des forêts surtout les grands arbres. Alors c'est normal que des aménagements sur la lutte contre l'érosion et le piégeage de l'eau pour obtenir la couverture du sol qu'on a trouvé. Tsinjoriake a quelque aménagement financé par ONG GIZ et la Fondation TanyMeva.

II-2.4. Choix de la méthode

On a fait de petite parcelle de 100 m², cela est nécessaire de pondérer tous les relevés qui existent sur les phénomènes d'érosion (ROOSE et LELONG, 1976). Les sites d'études ont été choisis dans la zone cultivée et non cultivée selon la méthode DRS ou Défense et Restauration des Sols (RUELLE *et al.*, 1990). Cette étude est basée au niveau des pentes car l'érosion est également en relation avec la pente et des bassins versants avec les différentes strates herbacées des arbres.

II-2.4.1. Dans la zone de culture

Les grands chercheurs de la lutte antiérosive en Afrique lient la technique culturale sur l'étude de l'érosion, car les gens aiment de pratiquer la culture sur brulis ce qui entraîne la perte de couverture végétal. Mais dans le cas de la partie haute de Tsinjoriake ce n'est pas la culture qui détruit la forêt car c'est incultivable, sauf sur la partie basse qui est fertile et la forêt galerie sont fortement menacée par la destruction de la culture. La majorité de la population locale du NAP pratiquent la culture sur le long du Fleuve Onilahy et celle d'Andoharano, et typiquement traditionnel.

II-2.4.2. Dans la zone non cultivée

On s'intéresse aussi sur la zone non cultivable. Là on choisit la zone qui ont été exploitée et non exploitée. On a fait la collecte du sol au pied d'arbres, le but est de savoir l'activité des petits animaux fouisseurs sur cet endroit. Nous savons que la zone de notre étude est sèche, alors nous pratiquons la technique de tamisage pour leur détermination (étude granulométrie) et leur dimension suivant la dimension du sol. Et nous nous intéressons aussi sur les activités anthropiques.

II-2.5. Inventaire floristique

Sur chaque site d'étude, les relevés floristiques ont été faits sur une parcelle de 100 m², au niveau de pente et du bassin versant, pour savoir le taux de végétation et les espèces qui résistent à ce milieu. L'inventaire floristique a été effectué sur des Sites différentes au niveau de pente et de bassin versant, en particulier Tsinjoriake est caractérisé par des zones montagneuses. Dans chaque parcelle du site, tous les paramètres floristiques ont été recensés (dhp, hauteur total, recouvrement, nombre total d'individu, phénologique, les coordonnées géographiques). L'étude s'effectue à Andatabo jusqu'à Saint-Augustin, le marque jaune sur la figure ci-dessus représente le lieu des sites d'inventaires, et sur chaque site la parcelle de 100 m² ont été fait, puis 5 parcelles par sites.



Figure 10: Carte de localisation des sites inventoriés

II-2.6. Inventaire des besoins hydriques des espèces végétales

Chaque espèce diffère par ses besoins en eau. L'estimation des besoins en eau de chaque espèce observée a été réalisée pour établir des recommandations aux populations locales. Dans un bassin versant, la différence entre la quantité d'eau de pluie et la quantité d'eau de ruissellement s'explique largement par l'évapotranspiration. La quantité d'eau interceptée, évaporée et transpirée dépend du type de végétation et de l'importance relative de la superficie qu'elle occupe dans le bassin versant (GEORGES, 2004). Pour les algues, on va peser la matière fraîche, sécher et peser le produit sec. La teneur en eau est donnée par la formule suivante : $Ho \% = (MS-Mo)/Mo) \times 100$, avec Ms = masse à l'état frais ; Mo = masse à l'état anhydre ; Ho % = Pourcentage de la teneur en eau.

II-3.1. Mesures effectuées

II-3.1.1. Dominance

La dominance consiste à déterminer quelle espèce occupe la plus grande surface, en général la plus haute au niveau du dhp et de la canopée. Elle est estimée par le coefficient d'abondance de BRAUN-BLANQUET (DOJOZ, 1985 ; RAJAONARISON, 2013). L'abondance correspond au nombre d'individu par unité de surface ou de volume, en regardant la densité de chaque individu par l'indice variant de 1 à 5 :

- individus très éparpillés de 1 à 4 individus ;
- individus éparpillés de 5 à 14 individus ;
- individus peu nombreux de 15 à 29 individus ;
- nombreux individus de 30 à 99 individus ;
- très nombreux individus plus ou égales à 100 individus.

II-3.1.2. Fréquence relative

La fréquence nous a permis d'évaluer l'apparition d'une espèce dans les différents sites. Elle consiste au pourcentage des parcelles dans lesquels on retrouve l'espèce par rapport au nombre total des parcelles dans la zone d'études :

(Fréquence relative d'une espèce – fréquence d'une même espèce / Somme des fréquences de toutes les espèces) x 100.

II-3.2. Traitements des données. Tests statistiques

On a fait les traitements de donnée sur les relevés floristiques (nombre total d'individus). L'analyse de donnée statistique s'est faite avec les logiciels statistica version 6 et Microsoft Excel. Après avoir fait des tests de normalité pour vérifier si les données étaient gaussiennes (normale ou non), on a calculé la moyenne totale et la médiane des données. Si les deux ont la même valeur alors les données sont gaussiennes. Deuxièmement, on a regardé si les données sont dépendantes ou indépendantes (groupes de données appariées ou non appariés) avec la comparaison des groupes. Notre étude s'est effectuée sur des sites différents avec des populations différentes, donc nos données sont considérées indépendantes. Les caractères ont été testés par des tests de khi-deux (conformité d'un effectif observé sur un échantillon par rapport à l'effectif attendu sous l'hypothèse nulle). Les tests de khi-deux consiste à mesurer l'écart qui existe entre la distribution des effectifs théoriques « t_i » et la distribution des effectifs observés « n_i » d'où la formule ;

$$\chi^2_c = \sum \frac{(n_i - t_i)^2}{t_i}$$

Avec t_i = total marginal ligne x totales marginales colonnes / total général

Avec χ^2_{obs} = Khi-deux calculé, n_i = effectifs observés, t_i = effectifs théoriques.

La statistique du Khi-deux calculé (χ^2_{obs}) est comparée avec la valeur seuil de Khi-deux seuil lue sur la table du Khi-deux pour les degrés de liberté, ddl = (K-1) (L-1).

Avec K= nombre de colonne et L= nombre de ligne pour un risque d'erreur de 5%.

- si $\chi^2_{obs} \leq \chi^2_{seuil}$, l'hypothèse H_0 ne peut être rejetée: distributions des effectifs théoriques et observés ne sont pas significativement différentes.
- si $\chi^2_{obs} > \chi^2_{seuil}$, l'hypothèse H_0 est rejetée au seuil de signification α et l'hypothèse H_1 est acceptée.

Quel que soit le test du χ^2 , la taille de la distribution des effectifs théoriques est **strictement identique** à celle des effectifs observés c'est à dire n effectif total. L'échantillon étudié doit être **de grande taille** $n \geq 50$ et effectifs théoriques supérieurs ou égaux à 5.

Mais ici, on va regarder la liaison entre la disparition des arbres et l'érosion (liaison existe entre le sol et la plante). On va donc poser une hypothèse nulle ;

H0 : les plantes et les sols sont indépendants

Dans le test d'indépendance :

- - si $\chi^2_{obs} > \chi^2_{seuil}$ l'hypothèse H0 est rejetée au risque d'erreur α : il n'y a pas d'indépendance statistique entre les deux caractères étudiés dans la population.
- - si $\chi^2_{obs} \leq \chi^2_{seuil}$ l'hypothèse H0 est acceptée : les deux caractères étudiés dans la population sont statistiquement indépendants.

Tableau 3: Richesses spécifiques dans chaque site (voir annexe 5) et dans chaque parcelle (Total du nombre d'individu dans 4 sites et 5 parcelles)

	S1	S2	S3	S4	Total
P1	26	31	19	13	89
P2	16	65	124	38	243
P3	18	29	94	0	141
P4	16	22	30	0	68
P5	8	9	33	37	89
Total	84	156	300	88	628

Il faut que l'effectif théorique soit supérieur ou égal à 5 et les données des valeurs observées soient similaires donc on va regrouper les 3 dernières parcelles.

Tableau 4: Tableau réduite pour calculer la valeur du Khi-deux

	S1	S2	S3	S4	Total
P1	26	31	19	13	89
P2	16	65	124	38	243
P3+P4+P5	42	60	157	37	296
Total	84	156	300	88	268

avec P= Parcelle et S=Site

TROISIÈME PARTIE

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

III .Troisième partie. Résultats et discussions

III-1. Résultats

III-1.1 Résultats des enquêtes

La vie de la plupart des populations dépend des ressources forestières pendant la période de culture (période de soudure). Ils collectent ;

- des bois morts et des bois de constructions ;
- des plantes médicinales et des ignames sauvages.

Ils chassent et font de la cueillette. Ils fabriquent du charbon. Certains endroits sont sacrés (*fady*) comme le cas de la grotte Binabe. Les femmes en période de menstruation sont interdites d'accès. On la visite obligatoirement déchaussé. Nous avons constaté que l'intervention anthropique sur la forêt se développe (voir annexe1) d'où ;

- des sols dénudés (voir annexe 3) et des prairies (Figure 5) ;
- des fours de charbons ;
- l'exploitation massive de la forêt (collecte de bois) ;
- l'exploitation de carrière de calcaire.

III-1. 2. Résultats des aménagements dans la réserve

Tsinjoriake a quelque aménagement contre l'érosion et l'eau de ruissellement :

- Dans la partie nord d'Andatabo, il y a la construction de diguette pour piéger l'eau de pluie (avant cette partie était nue et laissait passer l'eau). Après la construction, le sol est recouvert de prairies herbeuses, des *boka* (Figure 11).



Figure 11: Digue de pierre à Andatabo (BE NASAINA, 2014)

- Bina a aussi des diguettes de pierre le long du sentier comme protection du sol contre l'érosion (Figure 12a).
- A la grotte de Sarodrano. Elle était fortement menacée par l'eau de ruissellement agressive. Alors, ils ont construit un mur de protection (Figure 12b).



Figure 12: Circuit à Bina avec des pierres contre l'érosion (BE NASAINA, 2104) ; 12b : Mur protégeant la grotte de Sarodrano (BE NASAINA, 2014)

III-1. 3 Les espèces cultivées dans la zone de culture

La population locale de la NAP cultive des espèces adaptées à leur région. Ils cultivent surtout des racines comme le manioc, des tubercules (patates douces), des légumineuses (haricot, pois du cap, arachides, niébé), de la canne à sucre, du maïs et du riz sur de petites surfaces (voir annexe 2).

III-1. 4 Caractérisation des types de formation végétale

Tsijoriake est composé de fourrées xérophiles et des mangroves. Il y a 152 espèces de 98 genres, et de 48 familles (RAHARINIRINA, 2009). L'inventaire confirme la richesse de l'AP, arbustes, lianes et herbes et tapis discontinus comme des *Kidresy* ou *Cynodon dactylon* (tableau 5). Les strates buissonnantes arbustives sont dominantes. L'arbuste le plus haut ne dépasse pas 3 m (Figures 13 et 14). Seuls les *Moringa drouhardii*, *Ficus* et *Sakoa* (*Poupartia sylvatica*) sont grands.

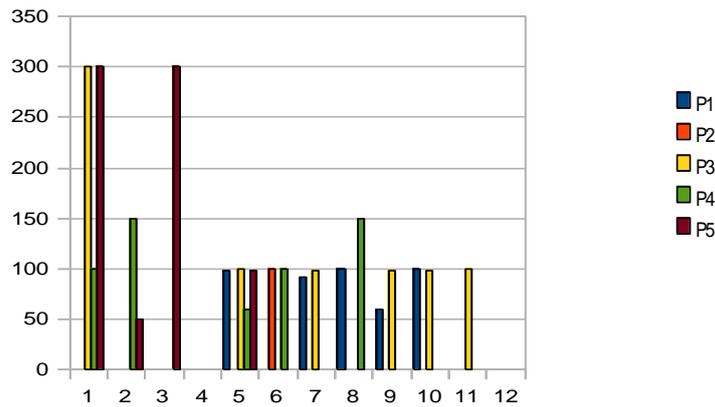


Figure 13: Distribution des hauteurs au site 1

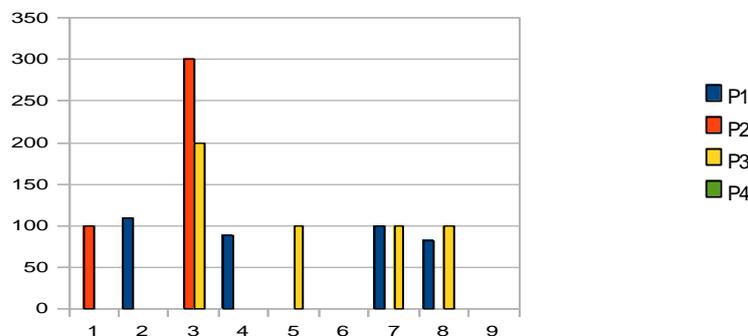


Figure 14: Distribution des hauteurs au site 2

C'est le même cas pour les diamètres à hauteur de poitrine (dhp). Ce sont les arbres qui n'ont pas de bois dur et ne sont pas utiles à la population locale qui a de grands dhp, comme le *Moringa*.

Tableau 5 : Listes des familles des espèces inventoriées dans les sites d'études par ordre d'importance

Familles	Pourcentage en %
Euphorbiaceae	18,98
Liliaceae	18,19
Malvaceae	11,72
Burseraceae	10,10
Rutaceae	4,04
Fabaceae	3,24
Anacardiaceae	2,43
Asclepiadaceae	2,21
Asteraceae	1,41
Ebanaceae	1,21
Olacaceae	1,21
Bignoniaceae	0,81
Tiliaceae	0,61
Zygophyllaceae	0,61
Amaranthaceae	0,40
Combretaceae	0,40
Moraceae	0,40
Morengaceae	0,40
Mimosaceae	0,20
Rubiaceae	0,20
Sapotaceae	0,20
Solanaceae	0,20
Salvadoraceae	0,20

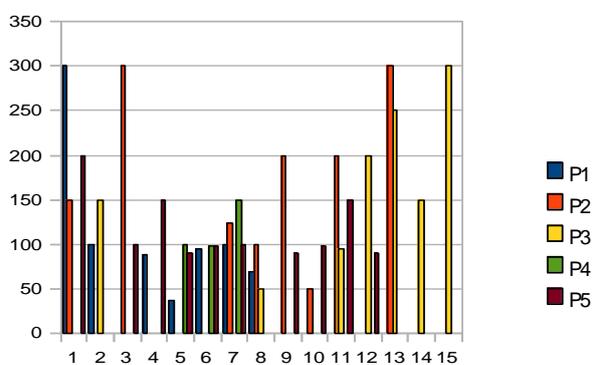


Figure 15 : Distribution des hauteurs au site 3

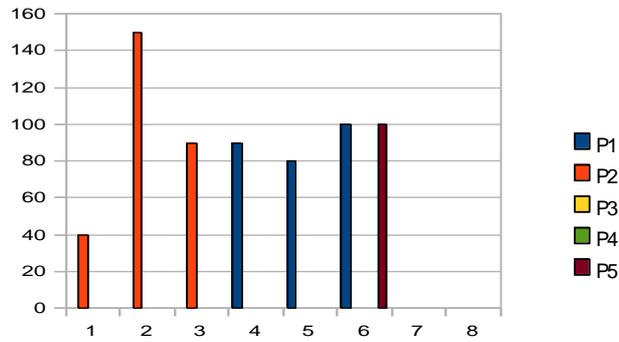


Figure 16: Distribution des hauteurs au site n°4

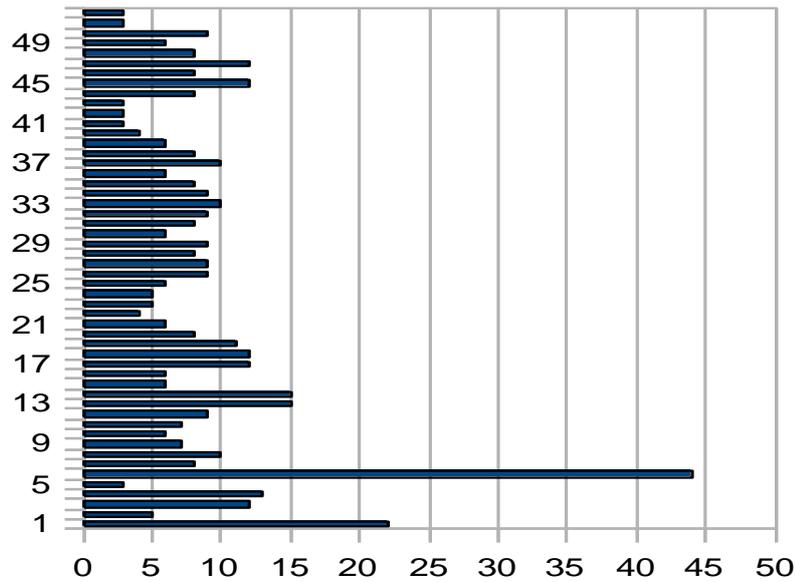


Figure 17 : Distribution des dhp dans chaque site

Ordonnées : nombres d'individus et abscisses= dhp

III-1. 5. Importance des sols à forte pente

Tsinjoriake est une zone de plateau avec une pente à l'Ouest face au Canal du Mozambique. L'inventaire floristique a été fait sur les pentes et les bords des bassins versants. La pente la plus forte atteint 80 m à la prairie de Binabe.

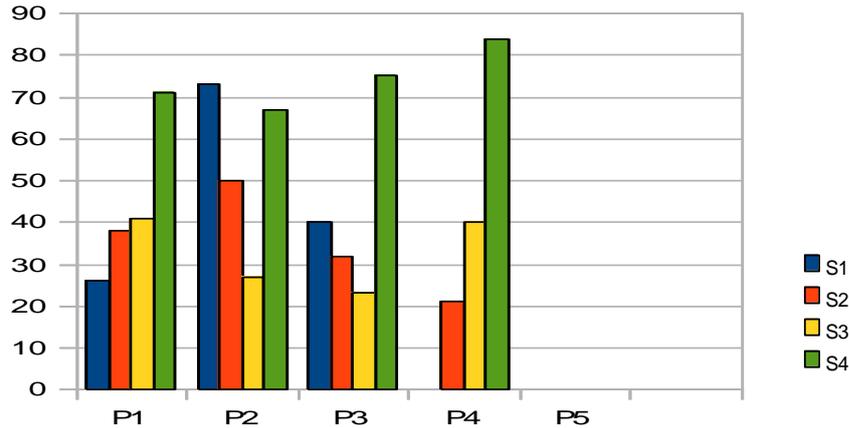


Figure 18 : Distribution des pentes, de 20 à 85m (ordonnées) dans les quatre sites(S ou P)

III-1. 6. La végétation dans les bassins versants

Le bassin versant est l'unité territoriale qui détermine les ressources et les aléas hydrologiques (CUDENNEC, 2005). La définition de bassin versant change selon que l'on s'intéresse à l'eau de surface ou à l'eau souterraine. En hydrologie, le terme bassin versant (ou bassin hydrographie) désigne le territoire sur lequel toutes les eaux de surface s'écoulent vers un même point appelé exutoire du bassin versant (BANTON et BANGOY, 1997). Ce territoire est délimité physiquement par la ligne suivant la crête des montagnes, des collines et des hauteurs du territoire, appelée ligne des crêtes ou ligne de partage des eaux. La ligne de partage des eaux est dans laquelle toutes les eaux de surface sont drainées vers un même cours d'eau jusqu'à son embouchure dans un fleuve ou dans une mer (FREDERIC et ALEXANDRE, 2007).

Tsinjoriake se trouve à l'embouchure du grand bassin versant de l'Onilahy et de la mer. Il est caractérisé par un relief qui a plusieurs vallées des affluents et des sous-bassins versants imbriqués les uns aux autres. La richesse de la végétation du bassin versant est faible à l'œil nu sur des sols imperméables, sauf dans quelque partie du bassin versant d'Anafiafy à Barn-Hill. Le sol est sableux, avec présence d'une végétation (dont des lianes *lombiry*) ou rocheux laissant passer l'eau vers directement la mer (ex : vallée du « circuit Moringa » et Barn-Hill à l'Ouest). Il y a aussi des cours d'eau qui font de longs voyages et qui se jettent dans la rivière Andoharano puis dans le fleuve Onilahy et puis dans la mer. La plupart des bassins versants sont imperméables et la végétation rare.

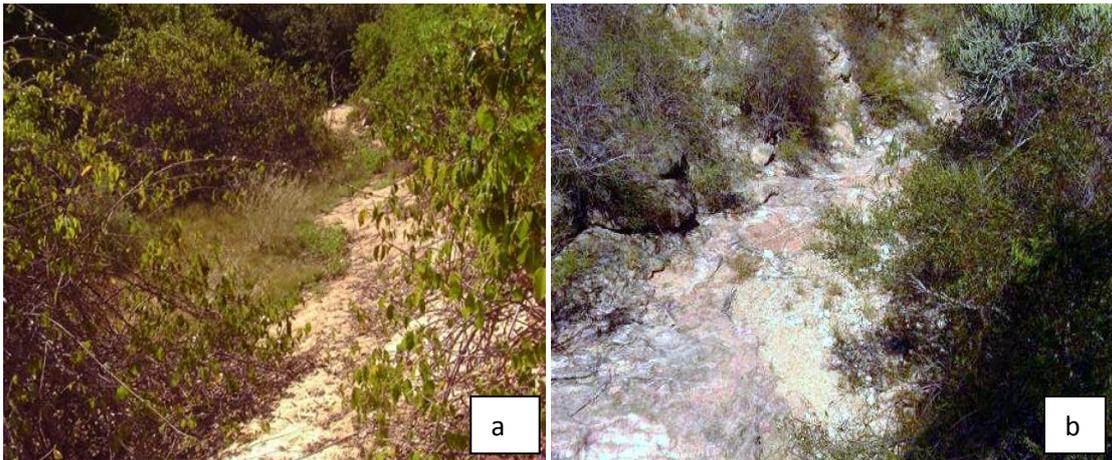


Figure 19:19a: Une partie de bassin versant d'Anafiafy à Barn-Hill (BE NASAINA, 2014);19b: Partie du bassin versant à Bina ou Circuit Moringa (BE NASAINA, 2014)

Pendant les pluies, l'eau des bassins inondent des villages et la route Toliara-Saint Augustin. Les crues se jettent dans la mer. Il est nécessaire de gérer toute cette eau en réparant la zone de restauration.



Figure 20:Les cours d'eaux et les bassin-versants de Tsinjoriake (BE NASAINA, 2014)

Légende



III-1. 7 Alimentation en eau de chaque espèce végétale

Chaque espèce végétale est différente par leur besoin en eau, dans notre zone d'étude il y a des différents types d'adaptation pour économiser l'eau due à la sécheresse. Donc on estime l'alimentation en eau de la plante par leur adaptation en zone semi-aride. Cette adaptation permet d'estimer que cette plante a besoin beaucoup ou non de l'eau, les flux d'eau dans la plante dépendent de la chute de pression entre le sol et les feuilles, d'une part, et de la conductivité hydraulique des racines (DURANT, 2007).

Il y a des plantes aphyllées, crassuléscentes, caducifoliées, spinescentes, reviviscences, en réduisant leurs surfaces d'échanges, et la principale cause de réduction de la photosynthèse est la fermeture des stomates en général. Des adaptations se trouvent soit au niveau des tiges (desquamation de tige, pour réduire leur surface par rapport à leur volume), des racines (plantes géophytes), des feuilles ou toute la plante.

Depuis l'embryon, génétiquement les plantes prennent leur adaptation à leur descendant. Pour l'algue rouge c'est facile, il faut peser l'algue fraîche et la séchée. L'algue rouge de genre *Euchema striatum* (voir annexe II) est cultivée à Sarodrano avec l'appui de BIOMAD. Actuellement, c'est la société COPEFRITO qui a pris en charge le projet en aidant les gens (matériels).

Ce sont les femmes qui s'intègrent plus dans cette filière par rapport aux hommes .Les algues jouent un rôle fondamental dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre comme principal fournisseur de l'oxygène de l'atmosphère terrestre et sont utiles comme sources de nourriture, fertilisants (engrais à la culture), savons, source d'iode (BALUSSON, 2012).

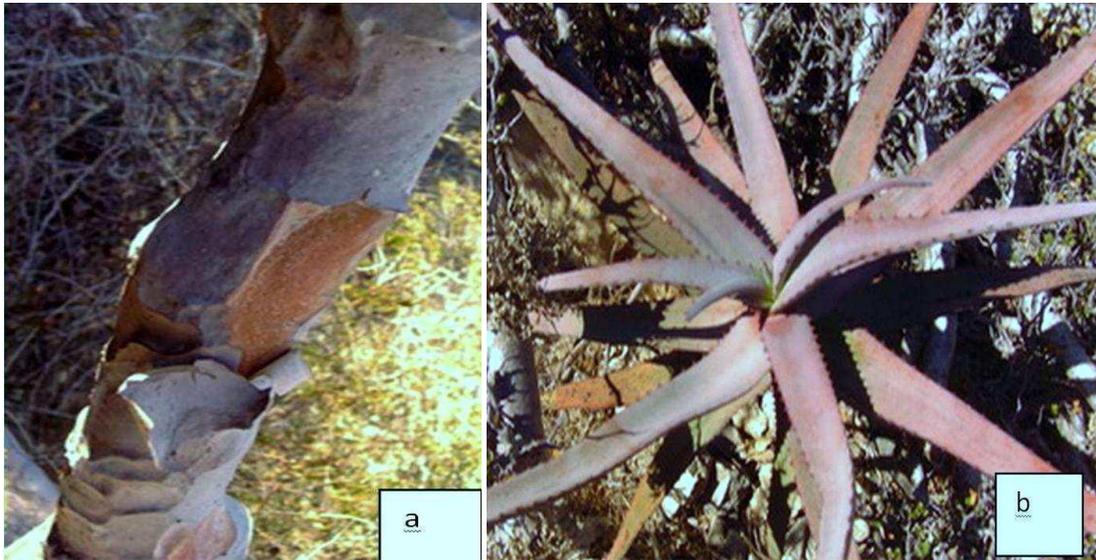


Figure 21:21a ; Handy (*Neobegonia mahafaliensis*) en desquamation ; 21b;Aloe sp avec ses feuilles succulentes (BE NASAINA, 2014)

Plusieurs adaptations ont été observées à Tsinjoriake (figures 21et 22).

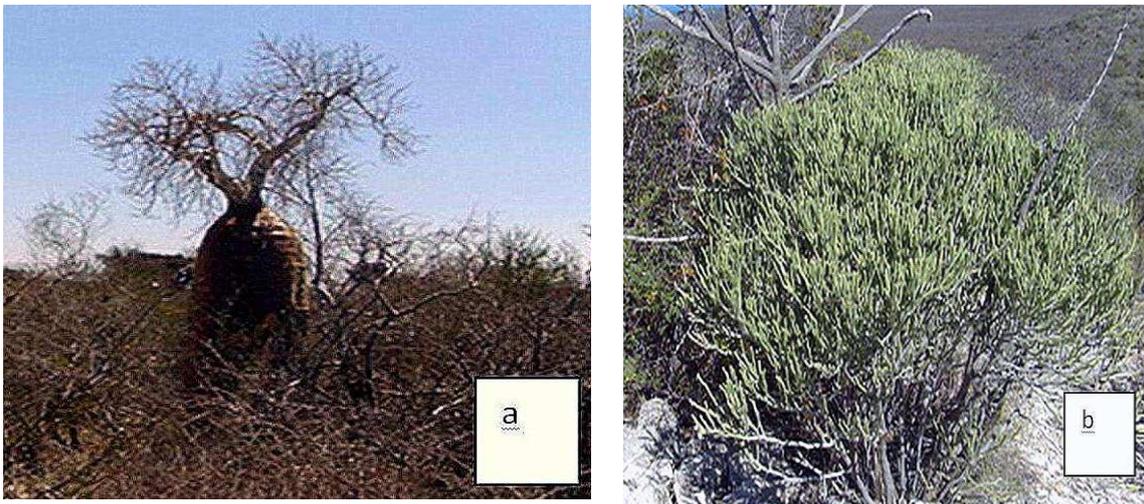


Figure 22:22a ; Baobab en forme de bouteille ; 22b : Laro (*Euphorbia tirucalli*) sans feuilles (BE NASAINA, 2014)

III-1. 8 Présence d'animaux fouisseurs qui augmentent la perméabilité des sols

Dans le sol, divers petits animaux comme les fourmis ont été observés. Dans quelques sites comme dans la prairie de Binabe, il y a beaucoup des communautés de termites (figure 23). Les termites font partie des organismes du sol les mieux adaptés aux conditions arides et semi-arides et ont un rôle central dans la dynamique et le fonctionnement des écosystèmes. Ces taxons sont un indicateur biologique des perturbations anthropogéniques (DORKAS *et al.*, 2012). Ils participent activement à la disparition des litières végétales et créent des porosités fortes qui permettent d'infiltrer l'eau (RUELLE *et al.*, 1990). Les insectes, en rejetant en surface les produits de leur activité fouisseuse, remontent des matériaux de la profondeur. Les termites utilisent l'eau en nature que renferment leurs aliments. Dans les grandes termitières des zones sahéliennes, les termites peuvent descendre chercher l'eau à plusieurs mètres sous terre pour maintenir l'humidité de leur habitat. On a signalé dans l'est de l'Inde des termites descendant chercher l'eau à 4 m (KALSHOVEN, 1941). En Afrique du Sud certaines descendent la chercher à 12 mètres, et même à 30 mètres une année de grande sécheresse (MARAIS, 1950).

Dans les sols sableux, les termites peuvent aller chercher très loin ou très profondément ces minéraux argileux. Ils ingèrent les débris végétaux après les avoir recouverts de terre (BACHELIER, 1978)



Figure 23: Termitière à Binabe (BE NASAINA, 2014)

III-1. 9 Résultats du test

D'après les calculs en suivant la formule voici les résultats :

$$\chi^2_{\text{obs}} = 16,692 + 8,379 + 0,146 + 3,576 + 0,356 + 2,489 + 13,007 + 0,54 + 1,721 + 0,022 + 0,5 + 0,483 = 47,911 \text{ Avec ddl} = (4-1)(3-1) = 6$$

Le χ^2 au seuil 0,05 est égal à 12,6 et au seuil 0,01, $\chi^2 = 16,8$. Alors $\chi^2_{\text{obs}} > \chi^2_{\text{seuil}}$ lu sur la table alors, l'hypothèse nulle est rejetée. Les plantes et les sols ne sont pas indépendants. Ils dépendent de la disparition de la forêt, ce qui entraîne des risques d'érosion sur les bassins versant jusqu'à la formation de falaises.

III-2- DISCUSSION

III-2. 1. Explication de mot érosion et son origine

Le mot érosion vient du latin « *erodere* » qui signifie griffé, ronger. On pense tout de suite à une maladie qui ronge la chair de la terre pour ne laisser qu'un squelette (ROOSE 1995). Alors, on peut dire que les processus de l'érosion c'est un processus de la dégradation de la terre au cours du temps. L'érosion du sol, soit le mouvement d'un lieu vers un autre lieu produit la sédimentation (VAN *et al.*, 2001).

III-2. 1. 1 Les étapes de l'érosion

Elle comporte 3 phases :

- L'ablation ou l'arrachement des particules relativement petites (ROOSE, 1995);
- Le transport ;
- L'accumulation (sédimentation).

Cette étape est soit causée par les vents (érosion éolienne), pluies (érosion en nappe) et la construction (érosion aratoire).

III-2. 1. 2 Son origine

L'origine de l'érosion dans le monde sont la même, c'est la destruction intense des forêts sans arrière-pensée, et n'imaginer même pas l'avenir des futures ou par le catastrophe naturelle, mais ce dernier sont rare. C'est nous les humains qui sont les principales causes. Les causes sont multiples suivant notre évolution.

En pays en voie de développement leurs besoins dépendent beaucoup sur la forêt ce qui réduit beaucoup la couverture végétale, comme les cas de Tsinjoriake, actuellement certains ménages se concentrent sur les produits forestiers pour nourrir. Même s'ils ne cultivent pas en majorité dans la zone forestière, ils font l'exploitation intense pour obtenir leur besoin. Cependant, la forêt galerie est fortement menacée (TSIMITAMBY, 2004). Alors, au moment de la période de pluie, l'eau de ruissellement devient plus intense et agressive et ne s'infiltré plus dans le sol. Le sol retient moins l'eau, et au moment de vent qui souffle fort, érosion éolienne arrive et transporte le sable en formant une dune.

L'érosion peut s'effectuer de différentes façons suivant l'intensité de la pluie, de la structure et la texture du sol et leur couverture végétale. Si le ruissellement dépasse la capacité d'infiltration, lorsque l'intensité de pluie (P en mm/h) est supérieure à la capacité d'infiltration instantanée du sol en surface.

L'infiltration est trop faible. Lorsque la pluie arrive en nappe, c'est un ruissellement par saturation (MOLÉNAT et *al.*, 2009). Il y a de l'érosion de versant diffuse, avec la pente faible et la force de l'intensité est insuffisant à l'arrachement des particules de terre au sol et le ruissellement devient concentré lorsque la pluie est forte et peut durer longtemps en formant de rigole et ravine. Et l'érosion éolienne passe par des étapes suivant : le nivellement de la surface, l'abrasion du matériau et l'enlèvement du sol. A Saint-Augustin et Sarodrano on a remarqué qu'il y a la présence de dune littorale par érosion éolienne (figures 24). Les dunes caractérisent l'aridité d'une zone.

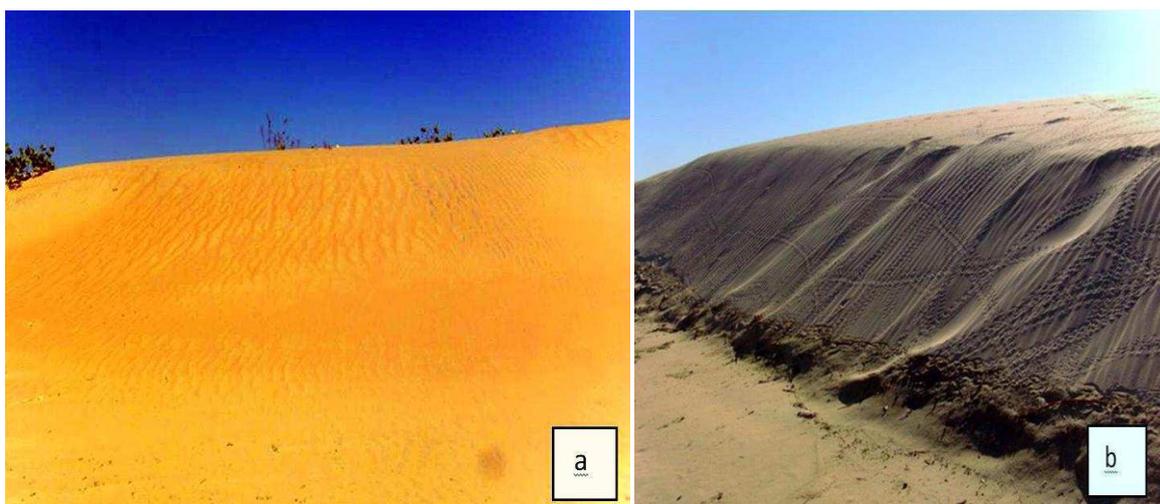


Figure 24:24a : Dune à Saint Augustin;24b: à Sarodrano (BE NASAINA, 2014)

III-2. 2 La zone humide

Dans la plupart de cas, on classe une zone humide, des zones ombrophile avec des grands arbres feuillés et la pluviométrie abondante et presque tombe dans toute l'année. La zone humide dépend de l'intensité de la pluie. Le climat de Madagascar est divisé en quatre domaines principaux (BATTISTINI et HOERNER, 1986) :

- Tropical humide des régions orientales avec des précipitations supérieures à 1500 mm/an. Il y aurait 1 à 2 mois sec et les pluies sont réparties tout au long de l'année.
- Tropical d'altitude (900 à 2000 m) ; l'ensemble de hautes-terres, Sud -Betsileo jusqu'au Tsaratanana, précipitation supérieur à 1500 mm/an, mais on trouve de 3 à 4mois sèches dans le Hautes-terres et 5 à 6mois sur les Tampoketsa.
- Tropical sec qui affecte les grandes étendues de l'Ouest du pays, de l'Androy continental à Diégo-Suarez, à l'exception du Sud-ouest côtière et du Sambirano. La précipitation est de 500 mm à 1000 mm et de 7 à 8 mois de saison sèche.
- Tropicale semi-aride du Sud-ouest et du Sud ; la précipitation peut atteindre moins de 500 mm/an, et la saison sèche peut aller jusqu'à 9 mois n'est jamais inférieure de 8 mois.

La convention de zone humide est signée à Ramsar en Iran, en 1971. C'est un traité intergouvernemental qui sert de cadre à l'action nationale et à la coopération internationale pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources. La convention adopte une optique large pour définir les zones humides, qui relèvent de sa mission , à savoir marais et marécages, lacs et cours d'eau, prairies humides et des tourbières , oasis, estuaires, deltas et étendues à marée, zones marines proches du rivage, mangroves et récifs coralliens, sans oublier les sites artificiels tels que les bassins de pisciculture, les rizières, les réservoirs et les marais salants (FOGEFOR et CRPF, 2011). Notre zone d'étude, incluse dans la zone tropicale semi-aride, est riche en zones humides. Le long du littoral, on observe des mangroves et des nappes phréatiques affleurantes (résurgences), des cours d'eau, et des grottes inondées (figures 25), des récifs coralliens, le fleuve et de l'estuaire. Ces zones humides sont fortement menacées par l'érosion et le ruissellement agressif. C'est pour cela que nous proposons des recommandations ci-dessous à la population locale.

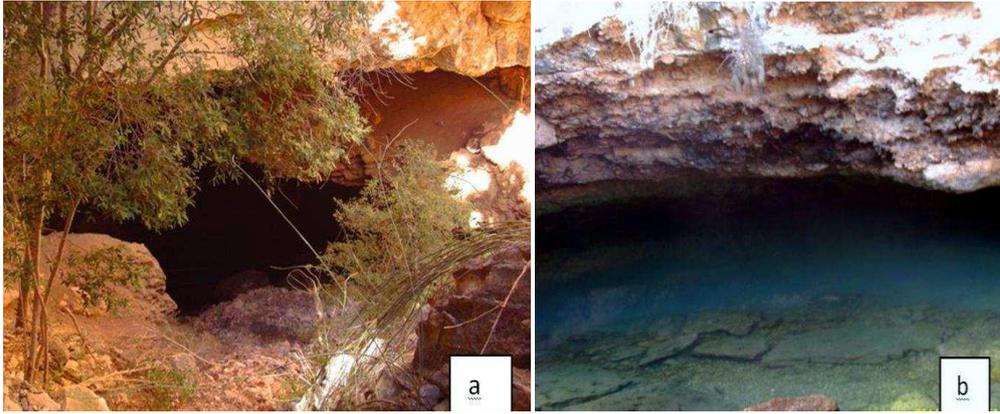


Figure 25:25a ; Grotte à Binabe; 25b: Grotte de Sarodrano (BE NASAINA, 2014)

III-2. 3 L'eau et la « géobiodiversité »

L'eau est indispensable pour tous les êtres, elle est aussi la source et l'assurance de la vie sur la terre. Le volume total de l'eau sur la terre est d'environ 1 400 millions de km³, soit 70 % de la surface du globe dont 2,5 % où 35 millions de km³, est de l'eau douce (SHIKLOMANOV, 1993) et 97,5% sont salées.

Les 2/3 de l'eau douce sont concentrés dans les glaciers et la couverture neigeuse ; 1/3 dans les nappes souterraines et 0,3% seulement se trouve dans les rivières, ruisseaux, réservoirs et lacs. L'eau douce est la plus utile, rare et aussi mal gérée. Ces dernières décennies, les nations s'engagent sur la politique de la gestion durable de l'eau.

L'eau est la ressources la plus précieuse et la plus recherchée à préserver. Elle est la source de vie, sans elle, nous et notre biodiversité sont en danger, car c'est aussi la source de l'oxygène que les plantes produisent. La plante tire de l'eau dans le sol par les poils absorbants des racines, (par phénomène d'osmose) et ou par les feuilles dans l'atmosphère. Certains auteurs affirment que l'accès à l'eau est le seul moyen pour échapper à la pauvreté. En région semi-aride elle est rare et mal gérée. Dans cette région, la végétation qui ralentit le débit et le risque de ruissellement est rare et clairsemée. À part la forêt, l'eau est la niche écologique de plusieurs animaux (poisson, amphibiens, oiseaux,...).

La « **géobiodiversité** » c'est la diversité de la nature, biotique ou abiotique (physique ou vivante). L'eau rend le sol humide pour l'agriculture, au reboisement en région semi-aride. La gestion de l'eau consiste à récupérer l'eau de surface pour produire ou restaurer la forêt. Le sol sec est infertile avec une activité des micro-organismes rare ou absente.

III-2. 4 .L'eaux, les sols, les plantes et les micro-organismes

Tous les êtres sur la terre sont interdépendants les uns aux autres dans un écosystème. La nature du biotope détermine les croissances et les activités de biocoenoses (phytocoenoses et zoocoenoses) dans leur milieu environnemental. Écologiquement, la température et le pH du sol contrôle l'activité des microorganismes et les autres pédofaunes ainsi que l'activité physiologique des racines. Le pH à une action directe sur l'absorption de la plante, une baisse de celui-ci entraîne une diminution de l'absorption des cations et une augmentation de celle des anions (LEMEE, 1978). Pour les plantes légumineuses (les Fabacées) leurs nutritons azotées sont très intéressantes si le pH est neutre ou basiques ainsi sur la plupart des bactéries, les sols calcaires ont presque le pH basique.

Les plantes sont « actives » si la température est favorable à leur croissance, mais pour bien assurer leur métabolisme, il faut que l'eau soit présente. Le besoin en eau des plantes est différent suivant la température. En milieu sec, l'eau est un facteur limitant. Dans le Sud-ouest de Madagascar, les plantes n'utilisent pas beaucoup d'eau dans leurs métabolismes.

Heureusement, car les températures sont élevées et les pluies irrégulières ne dépassant pas 500 mm d'eau/an. Dans ce milieu, le vent marin joue un rôle important en apportant l'humidité au sol qui assure la vie des plantes. L'infiltration d'eau dans le sol dépend de leurs structures, leurs textures, et la porosité du sol. Le sol à texture fine est plus poreux. Un sol sableux qui renferme 10% d'eau est physiologiquement humide alors qu'un sol tourbeux avec 50% d'eau est déjà « sec ».

Le phénomène d'évapotranspiration dépend de la couverture végétale, en sol nu le dessèchement après la période de pluie provoque un mouvement de l'évaporation ascendante par suite d'un gradient matriciel par contre le sol couvert des végétations, l'infiltration d'eau sont importante, si la pluie arrive, il y a des ruissellements le long de la tige et s'infilte directe dans le sol puis capté par les racines avec la présence de taux élevé de l'évapotranspiration. Si l'évapotranspiration est importante le cycle de l'eau circule bien. En zone sèche la transpiration est diminuée car leurs surfaces foliaires sont réduites.

Seuls les microorganismes qui participent à la décomposition de la litière des végétaux et enrichissent la fertilité de l'humus, l'activité et la diversité des pédofaunes dépendent aussi de la couverture végétale, ils sont diminués si le sol est sec et peu couvert, celle qui résiste participe à l'activité comme les fourmis, c'est l'animal mieux résisté à la variation climatique et adapte au milieu sec.

III-2. 5 Importance de la forêt

Dans notre planète terre, la forêt joue un rôle crucial et primordial dans l'écosystème. Sans lui, tous les êtres vivants et les êtres inertes souffrent. Donc l'eau et la forêt sont interdépendance (sans l'eau la forêt risque de vie ralentit et sans la forêt l'eau démunie leur source et devient sec). Le rôle de la forêt sont multiple ; elle préserve notre biodiversité (faune et flore), produire de l'oxygène et purifie l'air où nous vivons, leurs racines protègent le sol contre l'érosion, leurs feuille sont la source de l'humus qui rendre la fertilité du sol. Elle régularise le débit de source d'eau ainsi que le cycle de l'eau, diminue la crue de fleuve, stabilise notre climat, répond à nos besoins indispensables (aliment, médicament, outils, construction,...).

La variation entre le clair et le foncé, ainsi qu'entre les nombreuses couleurs et tonalités jouent un rôle particulier sur le psychisme de l'homme (FRSEL ASBL, 2006), et leurs beautés en nous donnant des magnifiques fleurs. Les forêts et leurs parcours ont donc un rôle à jouer dans la maîtrise du ruissellement (RUELLE et *al.*, 1990) :

- en infiltrant sur place une partie de la pluie. Pour ce faire, le sol doit avoir de bonnes caractéristiques physiques entretenues par une activité biologique importante et être protégé contre l'agressivité des pluies par un couvert végétal abondant (herbacées, arbustes, arbres) ;
- en retardant l'écoulement de l'eau qui n'a pu s'infiltrer : étalement des crues.

La couverture végétale exerce une action déterminante sur la sensibilité d'un sol à l'érosion:

- Elles sont réduites si le sol est couvert d'une végétation permanente (forêt, prairie),
- Elles sont au contraire et très fortes quand le sol est nu (GOUJON, 1986) ;

Dans le monde entier, les forêts couvrent un peu plus de 4milliards d'hectares, ce qui représente 31% de la superficie totale de la terre, soit une moyenne de 0,6 hectare par habitant.

III-2. 6 Causes de la déforestation et leurs conséquences

Les causes de la déforestation du Sud-ouest de Madagascar sont classées en deux parties(THORKIL *et al.*, 2002) ;

- causes directes : agriculture, collecte du bois et pâturage ;
- causes indirectes : les migrations, l'exportation et la politique gouvernementale. Cette région produit des cultures vivrières et des cultures industrielles (coton).

La culture vivrière la plus importante est le manioc qui occupe un peu moins de la moitié des surfaces cultivées, puis le maïs (24%), le riz (23%), la patate douce (13%) et le haricot (1%). La culture sur-brulis itinérante ou Hatsake est souvent pratiquée pour la culture du maïs (ONE *et al.*, 2013). La collecte de bois est le petit « business » des populations ((THORKIL *et al.*, 2002). Certains vivent de la fabrication du charbon de bois (charbonniers). Les Masikory allochtones sont plus destructeurs de la forêt que les Vezo (majoritaires). L'identification de la demande sociale de la population (tableau 6) dans la région Sud-ouest de Madagascar a été faite (FIENENA, 2013).

Tableau 6: Demande sociale dans la région Sud-ouest de Madagascar

Types de demande sociale	Région Sud-ouest (en %)
Agriculture	68
Élevage	30
Bois d'œuvre	3
Bois de service	20
Charbon de bois	42
Bois de Chauffage	96
Plantes médicinales	46
Chasse et cueillette	16
Ressources minières	1
Autres besoins	20

La demande sociale de la population (en agriculture et surtout en charbon de bois) a augmentée dans la région Sud-ouest. Cette augmentation est due à l'explosion démographique et à un phénomène de migration non maîtrisée, la pauvreté, puis l'absence politique forestière (FIENENA, 2013). En conséquent les ressources forestières se détériorent (Figure 26).

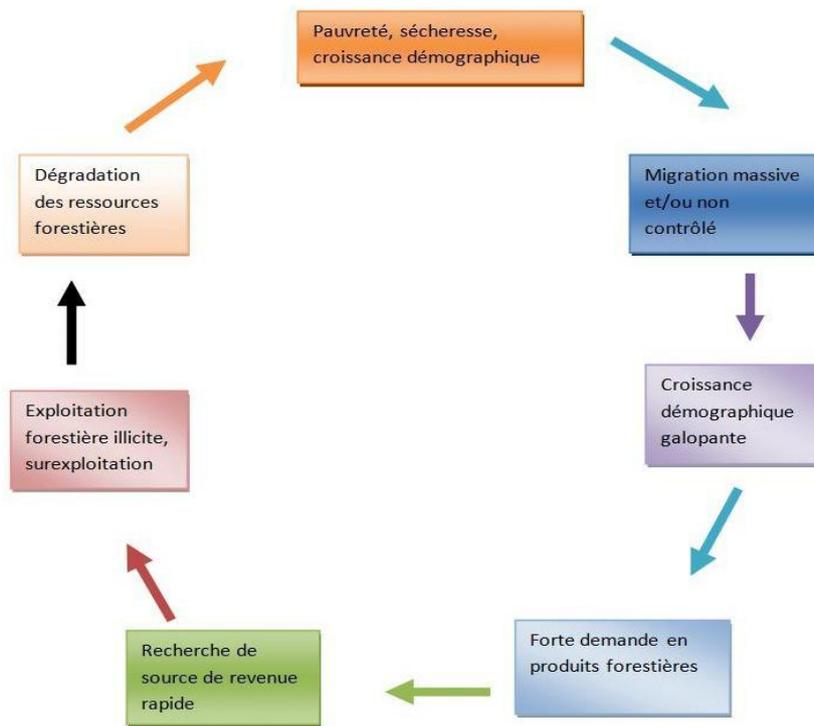


Figure 26: Causes de la dégradation des forêts dans le Sud-ouest de Madagascar (FIENENA, 2013)

La conséquence de la destruction intense de la forêt dans cette Aire, provoque des pertes en terre et des lessivages des matières organiques fertilisantes. Des sols nus qui donnent l'albédo direct au sol sans protection, comme c'est le cas du sol nu à Andatabo. Les lessivages arrachent les arbres et les sols qui font barrage (exemple, en 1976, le barrage de débris qui a provoqué la crue du fleuve Fiherenana). Jusqu'à aujourd'hui, le sol n'est pas revenu à son état initial et reste nu ce qui entraîne. Les conséquences de la destruction de la forêt sont donc désastreuses pour tout l'environnement. Ce n'est pas au niveau du sol seulement mais aussi sur notre environnement entier suivant différents points de vue (Figure 27).

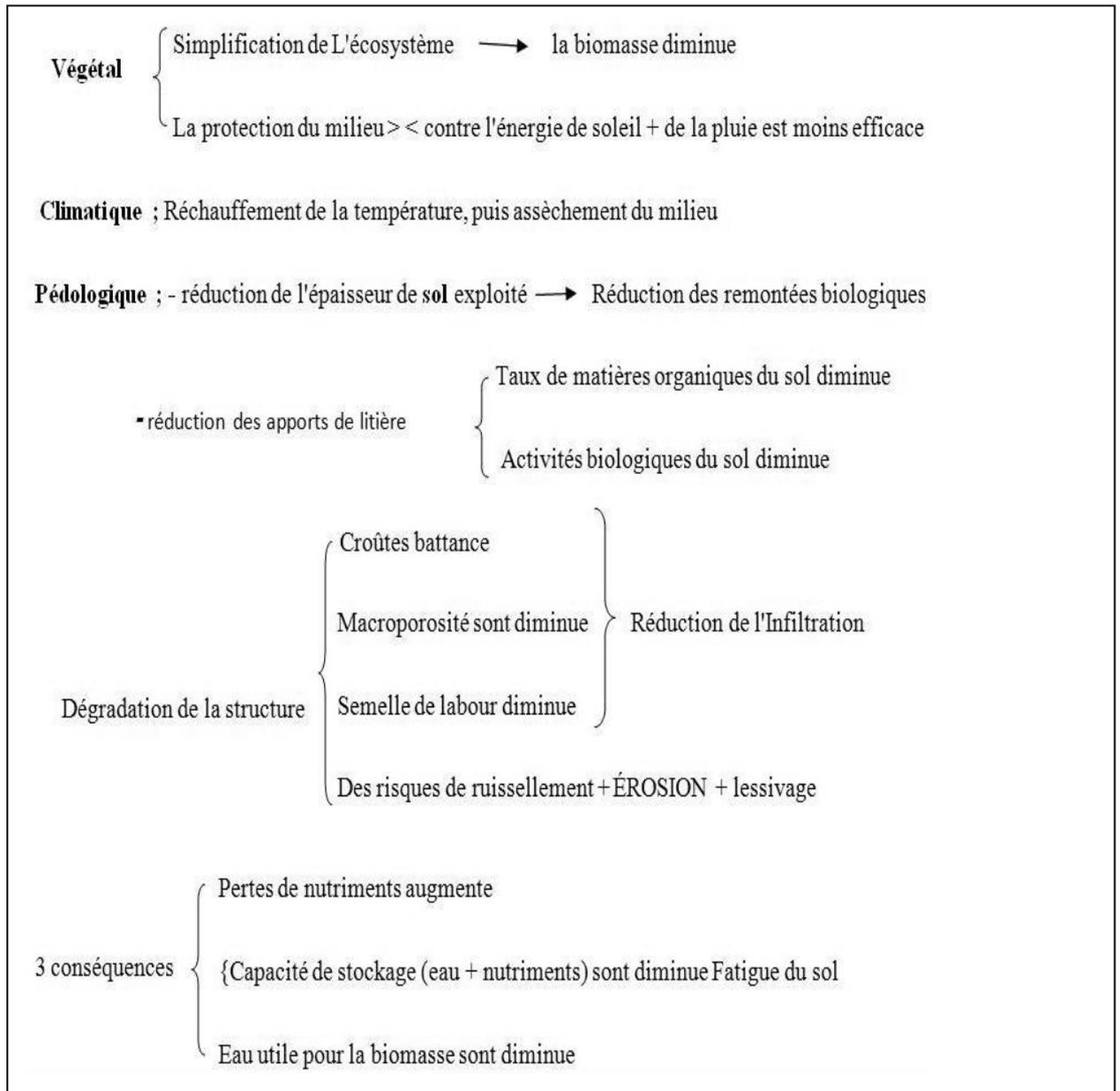


Figure 27: Nature des problèmes : le déséquilibre du milieu aménagé entraîne la dégradation des sols puis l'érosion s'accélère (d'après ROOSE ,1994)

CONCLUSION

ET

RECOMMENDATIONS

IV Conclusion et recommandations

IV-1 Conclusion

Depuis des siècles, suivant nos évolutions et la croissance démographique, la dégradation de la forêt existe. Le problème de l'érosion n'est pas un problème nouveau. La gestion durable en eau et la conservation du sol, est une suggestion pour rétablir ce problème. Le système de la fertilité du sol est toujours lié au facteur hydrique qui existe dans un milieu, d'où, les chercheurs changent les systèmes de recommandation suivant le milieu et le climat qui lui intervient. Tsinjoriake, se trouve au Sud de Madagascar, une région sèche et semi-aride. Il est aussi touché de ce problème causé par la destruction intense de la forêt pour diverses raisons : la collecte de bois de chauffe, de bois d'œuvre, de construction et ornementales, la fabrication de charbon de bois, le surpâturage qui se fait partout. Des plantes magnifiques qui sont unique au monde risquent de disparaître. Ces diverses pressions entraînent le déséquilibre organique et minéral qui provoque la dégradation de la structure, la réduction de la capacité du sol à stocker de l'eau et les nutriments. En période de la pluie, l'eau de ruissellement devient très agressive, l'effondrement de la falaise et l'ensablement existe, et au moment où le vent souffle fort l'érosion éolienne se présente. En conséquent, Tsinjoriake a beaucoup de zones de restauration. En plus, dans cette magnifique NAP, existe des ressources fragiles et non renouvelables comme les récifs, la rivière, le fleuve, et la grotte. Donc, il faut vite appliquer des techniques de restauration valables à la zone semi-aride. Il y a plus de 40 ans, des recherches sur la gestion durable en eau et la conservation du sol à Madagascar ont été faites (ROOSE *et al.*, 1998). Mais les méthodes de lutte antiérosive préconisées sont rarement appliquées par les paysans et les éleveurs (ROOSE, 1995). Il faut que l'État s'y mêle et fasse appel aux ONG pour résoudre ce problème avant que le sud de notre île devienne un désert. Il faut trouver une nouvelle approche qui tienne compte des problèmes du monde des paysans et du changement de mentalité de chacun (ROOSE, 1995). La seule solution biologique efficace de résoudre le problème d'érosion est la reforestation d'arbustes et d'arbres pionniers à fort enracinement et à fort taux de multiplication. Ce reboisement peut être assuré par une protection volontaire des repousses naturelles (régénération naturelle assistée) ou par la plantation de plants issus de pépinière.

Ces plantations spontanées ou artificielles doivent avoir un intérêt économique ou culturel entraînant une adhésion des charbonniers, des éleveurs et des cueilleurs au sein des populations locales.

Il doit y avoir parallèlement une lutte contre le ruissellement par des aménagements autour des jeunes plants réalisés par les responsables de la déforestation et par des associations villageoises.

IV-2 Recommandations

IV-2. 1 Contre l'érosion mécanique

Des recommandations peuvent être faites pour assurer la restauration des zones dégradées. Il est possible de restaurer en quelques années la productivité des sols en respectant les règles suivantes (ROOSE, 1995) :

1. la maîtrise du ruissellement, de l'érosion et de la lixiviation pour réduire les fuites de nutriments du système sol /plante ;
2. régénérer la macro porosité et l'enracinement par un travail profond ;
3. stabiliser la structure du sol par l'enfouissement de résidus de culture, de chaux ou par une culture à fort enracinement ;
4. revitaliser le sol par apport de fumier composté ;
5. corriger l'acidité jusqu'au seuil $\text{pH} > 5$ pour supprimer la toxicité aluminique de la latérite si il y en a une ;
6. corriger les carences du sol ou plus exactement nourrir les plantes, spontanées ou cultivées au moment où elle en a le plus besoin (montaison, floraison, épiaison).

En fonction du bilan hydrique régional, il existe plusieurs modes de gestion des eaux auxquels correspondent des structures antiérosives et des techniques culturales adaptées (tableau 7).

Tableau 7: Les modes de gestion des eaux correspondent à la structure antiérosive et technique culturale (ROOSE, 1995)

Modes de gestion des eaux	Des structures	Des techniques culturales
Capture des eaux de surface	impluvium + citerne ou + cultures localisées	labour grossier, billons, cultures en cuvette/sillons
Absorption totale	terrasse en gradins, fossé d'absorption totale	billonnage cloisonné, paillage
Diversion des eaux en excès	bourrelets, fossés, diguettes, terrasses de diversion	billons obliques, planches, grosses buttes
Dissipation de l'énergie des eaux de ruissellement	micro-barrages perméables, haies vives, cordons de pierres, lignes de paille / d'herbe / cailloux	labour grossier à plat, paillage, semis direct dans la litière

Dans les zones semi-arides ou tropicales avec une longue saison sèche, on peut chercher à capter les eaux de ruissellement sur le toit, le long des pentes et des pistes, au pied des versants rocheux ou tassés par le surpâturage. Dans les zones semi-arides ou à sol perméable, on peut tenter de tout absorber :

- dans des gradins avec des terrasses d'absorption totale ou,
- dans des fossés cloisonnés en courbe de niveau (à proscrire s'il y a des risques de glissement sur les pentes supérieurs à 30 %).

Il est facile de piéger l'eau de surface sans trop de dépense. Il suffit de creuser un trou au pied de la pente, comme le cas d'Ampasikily. Les gens ont laissé ce trou pour essayer de tester s'il y a des pierres précieuses. C'est pendant la période de pluie que l'eau ruisselle fortement et peut être récupérée dans des sols imperméables. L'eau se conserve longtemps pendant la saison sèche : au mois de septembre, l'eau de pluie est encore là (figure 28).



Figure 28: Retenue d'eau réalisée pour chercher des pierres précieuses

(BE NASAINA, 2014)

Pour la lutte antiérosive, la mise en œuvre de méthodes mécaniques (cordon de pierre, diguette, muret, etc.) et de méthodes biologiques (la régénération forestière surtout en amont du phénomène d'érosion) sont efficaces et doivent être testées.

Il est donc important de sensibiliser les populations à ces différentes techniques. Bien que n'avons pas pu les tester nous-mêmes, elles sont principalement, le cordon de pierres, les diguettes, les pierres décalées, les pierres concassées et les murets.

IV-2. 1. 1 Le cordon de pierres

Le cordon de pierres est composé d'un alignement de blocs de cuirasse (RULLE et *al.*, 1990). Il fait partie des dispositifs utilisables sur les zones de ruissellement en nappe ou les passages d'eau encore peu marqués. Il doit :

- laisser filtrer l'eau ; comme de plus il est submersible, il ne sera pas emporté en cas de fortes pluies (contrairement aux diguettes en terre) ;
- favoriser l'étalement de l'eau et éviter la formation de ravineaux et rigoles ;
- diminuer la vitesse de l'eau et donc son énergie (sa compétence) et provoquer le dépôt des particules de terre, des graines et débris végétaux qui étaient transportés par le ruissellement ;

- permettre la rétention d'une faible quantité d'eau en amont (lame de quelques cm), son infiltration et donc le stockage d'une quantité d'eau supplémentaire au niveau du cordon de pierres. Le cordon de pierres doit être fait selon les courbes de niveau, ou au moins perpendiculaire à la ligne de plus grande pente.

IV-2. 1. 2 La diguette

Elle permet aussi de résoudre le problème de l'insuffisance en eau. La diguette arborée sont très efficace dans la zone aride et semi-aride ces techniques sont déjà utilisées au Tchad, en zone sahélienne avec en moyenne 500 mm de pluies par an (PATRICE, 1998). La diguette arborée (contre-plantée d'arbustes) conserve toute l'eau sur des pentes de 1 à 5%. Elles jouent le rôle de ralentisseur et favorisent la sédimentation. Les pierres (des pierres de calage ou de concassage) ou les haies d'arbustes sont efficaces dans les zones sans pierre.

IV-2. 1. 3 Pierres en décalage

Elles servent à bloquer les débris de végétaux tandis que le concassage empêche l'eau de creuser et provoque l'effondrement de la diguette sur elle-même. Les pierres décalées doivent être mises à plat.

IV-2. 1. 4 Concassage

Il doit être irrégulier de texture et a pour rôle de filtrer l'eau des premières pluies et de la conserver une fois colmaté (3ème à 4ème pluie). Il provoque le nivellement de l'espace inter-diguette en quelques pluies.

IV-2. 1. 5 Le muret

C'est un petit mur pour empêcher les dégâts de l'eau de ruissellement comme à Sarodrano autour de la source sacrée.

IV-2. 2 Recommandations sur le reboisement anti érosif : Espèces végétales recommandées

Les euphorbes et les *commiphora* sont des arbustes qui résistent sur les pentes, et comme la plupart sont à Barn-Hill, ces espèces résistent aux différents vents. On peut cultiver aussi, des *Kalanchoe* sp., des *Aloe* sp., des *Moringa* sp., des *Jatropha mahafaliensis* sur , les vétivers dans la zone dégradée. Surtout les espèces endémiques pour garder l'intérêt international de la NAP (tableau 8). Pour conserver l'humidité de l'air marin (rosée), il est proposé d'utiliser des algues rouges séchées et broyées. Elles sont cultivées à Sarodrano.

On peut les mélanger aux sols de surface aux pieds des arbres et arbustes. L'emploi de produits bio est recommandé à Tsinjoriake car il faut éviter d'utiliser les produits chimiques près de la mer.

Tableau 8:Les espèces recommandées. Légende :X:Possible ; XX:Faisable ; XXX:Recommandée. (RAZAFINDRAIBE, 2006 ; RAHARINIRINA, 2009)

Espèces	Boutures	Pépinière	Sauvageons	Remarques
<i>Operculicaryadecaryi</i>		X	XXX	Plantes ornementales
<i>Dichrostachyscinerea</i>				
<i>Commiphorasp.</i>	XXX	XXX	XXX	Espèce utilisée, surtout comme clôture
<i>Psiadiaaltissima</i>		XXX	XXX	Plantes médicinales
<i>Bauhinia grandidieri</i>		XX	XX	
<i>Capurodendronandroyense</i>		XX	XXX	Plantes ornementales
<i>Dicraeopetalum mammalienne</i>		X	XX	
<i>Ruellialatisepala</i>				
<i>Commiphoraaprevalii</i>	XXX	XXX	XXX	Espèce utilisée, surtout comme clôture
<i>Commiphorahumbertii</i>	XXX	XXX	XXX	Espèce utilisée, surtout comme clôture
<i>Clerodendronemirnense</i>				

Les habitants tirent beaucoup des avantages de la NAP, au niveau social et économique. Alors, il faut aider les gens en augmentant leurs revenu par une autre filière, augmenter le taux de scolarisation dans cette zone en ajoutant au programme scolaire (primaire ou secondaire) l'éducation environnementale (leurs importances) qui se base surtout sur l'importance des ressources naturelles au niveau mondial. Il faut faire des reboisements économiques dans les zones dégradées avec régénération d'espèces à croissance rapide comme les *Acacia* sp pour leurs besoins, notamment pour la fabrication de charbon.

IV-2. 3 Recommandations pour la presqu'île de sable de Sarodrano et pour Saint-Augustin

La quantité du sable venant de la mer ou du fleuve Onilahy augmente ce qui provoque la diminution de la profondeur des fonds marins et de l'estuaire. Les animaux aquatiques qui vivent dans le lagon peu profond risquent de disparaître et de partir vers d'autres lieux.

Voici les principes pour contrôler l'action de cette érosion éolienne (ANDRIANAMELASOA, 2004) :

- Abaisser la vitesse du vent ;
- Modifier la résistance du sol ;
- Limiter le mouvement des particules.

Biologiquement, les plantes ont un rôle pour la protection du sol. Les plantes ci-dessous sont recommandées pour fixer les dunes ;

- Pour les brise-vents, ce sont les Moringa, les Bania (*Ficus sp*), les sisals, les cocotiers (*Cocos nucifera*)...
- Pour fixer les sols : *Ipomea pes-caprea (lalanda)*, *Leptadenia madagascariensis (Taritarike)*,...

BIBLIOGRAPHIE

- A.N.A.E. 2007. Appui au village de Saint-Augustin pour une meilleure gestion des ressources en terre et en eau. Dactylographie. 150 p.
- ANDRIANAMELASOA A. 2004. L'importance de la lutte contre l'érosion dans le développement de l'agriculture. Faculté des Droits, d'Économie, de Gestion et de Sociologie, Département Économie. Université d'Antananarivo. 71 p.
- ANDRIANARIVONY J.H.N. 2010. L'eau, ressource à préserver dans la région du Sud-ouest, cas de Toliara I et de Toliara II. Faculté des Sciences, Département de Biodiversité et Environnement, Université de Toliara. 101 p.
- ANDRIANIMANANA T.I.N. 2012. L'eau et le développement durable. Faculté des Droits, d'Économie, de Gestion et de Sociologie, Département Économie, Université d'Antananarivo. 90 p.
- BACHELIER G.1978.Faune des sols et Termites in La faune du sol, son écologie et son action, IDT N°38, ORSTOM, Paris, 107-142p.
- BAKKE J.E. 2006. Madagascar ilay nosy nahatahiry ireo lovany mandraka ankehitriny.Nadikan'i RANDRIANIRINA P., et RAZAFIMANDIMBY A. Édition TPFLM, Antananarive. Pierron. 48 p.
- BANTON O. et BANGOY L. M.1997.Mutliscience environnementale des eaux souterraines, AUPECF-UREF et Presses de l'Université du Québec, 460p.
<http://web.lerelaisinternet.com>
- BATTISTINI R., HOERNER J.M. 1986. Géographie de Madagascar. EDICEF et SEDES, France. 187 p.
- BESAIRIE 1972. Géologie de Madagascar, tome I. Les terrains sédimentaires. Annales géologiques de Madagascar, Fascicule n°XXXV. Imprimerie Nationale, Tananarive. 463 p.
- CARRET J.C., RAJAONSON B., FENO J.P., JURG B. 2012. L'environnement à Madagascar : Un atout à préserver, des enjeux à maîtriser. Pp.105-128.
- CHAMINADE R. 1949. La pédogenèse et les types de sols à Madagascar. No 92. ORSTOM. 9 p.

- CUDENNEC C.2005.Transfert versus mutualisation des couts et des risques d'amont en aval-Apport des notions hydrologiques d'échelle, structures, émergence et impact .Actes du Séminaire ,Euro-Méditerranéen »Les instruments économiques et la modernisation des périmètres irrigués »,M.S.Bachata(éd. SCI),Séancen5,Analyses prospectives et études d'impact 21-22 novembre 2005,Sousse, Tunisie,11p
- DAWN M. SCOTT, BROWN D., S. M., BUCK D., A. S., F. R. 2006.The impacts of forest clearance on lizard, small mammal and bird communities arid spiny forest, Southern Madagascar. *Biological conservation* 127: 72-87.
- DAJOZ R. 1985.Précis d'écologie. BORDAS, Paris, Dunod Université 5^e édition, 505p.
- DORKAS K., SOULEYMANE K., EDUARD L. K .2012.Evaluation des termites et des fourmis in Méthodes de collecte des données de terrain pour l'évaluation et le suivi de la biodiversité, 9p.
- DURAND J.L.2007.Les effets du déficit hydrique sur la plante : aspects physiologiques. *Fourrages*(2007)190,181-195p.
- DUCHAUFOR H., ROOSE E., EMMANUEL E., BLAISE J., LAGOSSAH K., CARVIL O. N., LOUISSAINT J., SMOLIKOWSKI B., BOULKROUNE K., PIERRELOIUS O., CHRYSOSTOME M., DUPLAN Y., POCENA O., HILAIRE V. J., VERMANDE P.2009. Effets des techniques de lutte antiérosive sur la productivité des terres tropicales. Colloque Internationale Port-au-Prince (Haïti). Université d'État d'Haïti, Université de Quisqueya, IRD, SCAC de l'Ambassade de France en Haïti. 5 p.
- EMBERGER L.1960.Écologie Végétale .Colloque général sur les problèmes de la zone aride ,1-17p.
- FAO. 2012. Situation des forêts du monde. Rome. 66 p.
- FANAMPIHERY L.L. 2011.Étude des pépinières de la région de Toliara. Université de Toliara, Licence Pro, Faculté des Sciences, Département des Sciences Biologiques. 74 p.
- FIENENA J.L., RAMAMONJISOA B., REJO F.F. 2013. La politique forestière malgache dans la région Sud-ouest de Madagascar. École Doctorale de Biodiversité et Environnement Tropicaux, Université de Toliara, ESSA, Université d'Antananarivo.

FOGEFOR du Limousin Formation gestion forestière et CRPF. 2011. La convention de Ramsar, <http://www.ramsar.org/cda/fr/ramsar-home/main/ramsar/>

FREDERIC L. et ALEXANDRE B.2007.La gestion par bassin versant un outil de résolution des conflits ? Lex Electronica, Vol.12n°2(Automne/Fall 2007),19p. http://www-lex.electronic.org/articles/v12-2/lasseurre_brun.pdf

GEORGES. G. 2004. Gestion intégrée de l'eau par bassin versant. Concepts et applications. Environnement Québec. 46 p.

GIZ. 2011. Présentation du PAG de la NAP Tsinjoriake. 54 p.

GIZ. 2012. Plan de sauvegarde sociale et environnementale. NAP Tsinjorake. 100 p.

GOUJON P. 1986. Conservation des sols en Afrique et à Madagascar, les facteurs de l'érosion et l'équation universelle de Wischmeier. Revue Bois et Forest des Tropiques 118 : 5-7.

HAWKINS CLARE E., JOANA C. DURBIN., DONALD B.REID., JERSEY.1998.Wildlife Presentation Trust, Jersey, UK. The Primates of the Baly Bay Area, Northwestern Madagascar.FoliaPrimatol 69: 337-345

HERVE BALUSSON.2012.Ulves Valorisation Nutrition Santé.38p

KALSHOVEN L.G.E.1941.A soil reconnaissance journey though parts of Tangangika territory.December 1935 to February 1936 .Tectona.34,568-592.

LEMEE G. 1978. Précis d'écologie végétale. Paris, New York, Barcelone, Milan. 285p.

MARAIS E.1950.The soul of the cohite, Ant .6e ad,Methuenéd (Londres).Trad.Fr: «Moeurs et coutumes des Termites. Étude de la Fourmi blanche de l'Afrique du Sud».Payot éd. (Paris),196p .

MOLENAT J., DORIOZ J. M., GASCUEL et GRUAU G. 2009. Les voies de transfert : circulation de l'eau et des polluants dans le bassin versant sur socle. Bretagne, 2p.

ONE. 2008. Tableau de Bord Environnemental. Ministre de l'environnement, des forêts et du tourisme. 411 p.

ONE.2008.Rapport de synthèse sur l'état de l'environnement, Région AtsimoAndrefana, Ministère de l'environnement des forêts et du tourisme, 51pages.

ONE., DGF., FTM., MNP et CI. 2013. Évolution de la couverture de forêts naturelles à Madagascar 2005-2010, Tananarive. 48 p.

PRIMACK B., RATSIRARSON J. 2005. Principe de base de la conservation de la biodiversité. ESSAI/CITE Tananarive. 294 p.

- PATRICE .M. 1998. Lutte anti-érosive, diguettes semi-filtrants à deux niveaux (Arengha 98), l'expérience à Mure en Ethiopie .Pratique-agro.2, lutte antiérosive –fiche AGRO. 2-11.
- PATRICK M., JOHN B et CHARLES B.2007.La gestion intégrée des ressources en eau et le sous-secteur de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement domestiques. Révisé par Annette Bos. 55 p.
- PERRIER DE LA BATHIE H. 1936. Biogéographie des plantes de Madagascar. Société d'édition Géographiques, Maritimes et Coloniales. Paris.156 p.
- RABEMANANTSOA J.. 2011. Le développement de l'écotourisme au Sud de Toliara. Université de Toliara, Faculté des Sciences, Département des Sciences Biologiques. 51 p.
- RAHARINIRINA TOLOJANAHARY L.N. 2009. Contribution à l'élaboration de modèles de restauration de la formation végétale d'Andatabo-Saint Augustin. Université de Toliara, Faculté des Sciences, Département des Sciences Biologique. 98 p.
- RAJAOFERA M. J.N. 2008. Restauration du sol. Faculté des Sciences, Département de Biologie Végétale, Université de Mahajanga. 42p.
- RAJAONARISON FelanaValerie L.2013.Etat actuel du site de conservation des carres miniers du projet AMBATOVY Soalara.Université de Toliara,Faculté des Sciences, Département des Sciences Biologiques.63p.
- RASOLOARISON F. 2014. Contribution à l'étude géographique de la déforestation dans le district d'Andapa. Faculté des lettres et des Sciences Humaines et Sociales, Département de Géographie, Université de Toliara. 101 p.
- RAZANAFINDRAKOTO M.A. 2007. Stratégie paysanne améliorée pour l'accroissement de la fertilité du sol et de sa résistance à l'érosion (région centre des hauts –plateaux de Madagascar). Actes des JSIRAUF, Hanoi, 6 p.
- RAZAFINDRAIBE R., 2006 : Synthèse des bases de données sur les six (06) espèces du Projet FOREIAM – Cas de Madagascar. FOREIAM.
- ROCHE P., VELLEJ J. 1961. Efficacité des cultures d'engrais verts dans le maintien de la fertilité de quelques types de sols à Madagascar. Agronomie Tropicale, ORSTOM XVI. 50 p.
- ROOSE E. 1995. La GCES proposition d'une nouvelle approche de la lutte antiérosive pour Madagascar. Conférence organisée au CITE Département des Forêts de l'École Supérieure des Sciences Agronomiques, Antananarivo, Madagascar. Pp. 189-203.

- ROOSE E. 2004. La gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols, une stratégie nouvelle de la lutte antiérosive pour le développement durable. *Sécheresse* 15 : 5-7.
- ROOSE E. 2006. Évolution des techniques antiérosives dans le monde. 9 p.
- ROOSE E., LELONG . 1976. Les facteurs de l'érosion hydrique en Afrique Tropicale. Études sur petites parcelles expérimentales de sol. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique* 18 : 365-375.
- ROOSE E., KABORE V., GUENAT C. 1994. Le zai, une technique traditionnelle africaine de réhabilitation des terres dégradées de la région soudano-sahélienne (Burkina Faso). ORSTOM. 25 p.
- ROOSE E, ALBERGEL J., DENONI G., AGUINA A., SABIR M. 2006. Efficacité de la gestion de l'eau et de la fertilité des sols en milieux semi-arides. Actes de la session VII. 405p.
- ROOSE E., GEORGES DE NONI., JEAN-MARIE L. 1998. L'érosion à l'ORSTOM : 40ans de recherches multidisciplinaires. Paris. 54-66p.
- RUELLE P., SENE M., JUNKER E., DIATTA M. 1990. Défense et restauration des sols. Collection fiches techniques. 65 p.
- SALOMON J.N. 1978. Fourrés et Forêts sèches du Sud-ouest Malgache. *Madag. Rev. Géogr.* 32 : 19-39.
- SHIKLOMANOV I.A. 1993. World freshwater resources. *In* P. H. Gleick, *Water in crisis: A Guide to the World's Freshwater Resources*. New York, Oxford University Press. 5p.
- TSIMITAMBY. 2004. Contribution à l'étude climatique d'une vallée du Sud-ouest Malgache. Université de Toliara, Faculté des lettres et des Sciences Humaines, Formation doctorale Pluridisciplinaire en Géographie. 100p.
- THORKIL C., ANDRES M., SOCRATE R., JEAN ROMUALD R. 2002. Causes of deforestation in Southwestern Madagascar: what do we know, *ELSEVIER, Forest Economic*, 6(2004)33-38p.
- VAN V., PADBURY G. A., REES H W., MATIN M A. 2001. Érosion du sol. L'agriculture écologiquement durable au Canada : série sur les indicateurs agro environnementaux, 95-113p.

ANNEXE

Annexe I : Photos montrant la pression anthropique sur la végétation et le sous-sol dans la NAP Tsinjoriake (BE NASAINA, 2014)

	
<p>Collecte de bois</p>	<p>Four de charbon. Pendant l'étude, des dizaines de four ont été observés</p>
	
<p>Abattage d'arbre</p>	<p>Feux de brousse à la source Andoharano</p>
	
<p>Cuisson des briques à Ankoronga</p>	<p>Carrière et taille de pierres à Antsonjike</p>

Annexe II: Photos de la zone de culture et l'algue rouge à Sarodrano

(BE NASAINA, 2014)

	
<p>Culture de patate douce et maïs</p>	<p>Rizière</p>
	
<p>Culture de la canne à sucre</p>	<p>Algoculture à Sarodrano</p>
	
<p>Séchage d'algue rouge à Sarodrano</p>	<p><i>Euchema striatum</i> (algue rouge)</p>

Annexe III: Photos sur les conséquences de la destruction de la forêt à Tsinjoriake et sur des aménagements (BE NASAINA, 2014)

	
<p>Sol nu</p>	<p>Effondrement de falaise à Ankoapasy</p>
	
<p>Racine ne retient pas du sol</p>	<p>Trace de déforestation et d'érosion (TOSTAIN, 2014)</p>
	
<p>Protection contre l'érosion</p>	<p>Ravine observée dans la NAP (TOSTAIN, 2014)</p>

Annexe IV : Phénologie des principales espèces végétales inventoriées avec leur adaptation à l'aridité

FAMILLE	Nom vernaculaire	Nom espèce	Feuillage	Tige
ANACARDIACEAE	Sakoa	<i>Poupartia sylvatica</i>	Caducue	Un peu Succulente, latex jaune
ANACARDIACEAE	Jabihy	<i>Operculicarya decaryi</i>	Reduite et caducue	succulente
AMARANTHACEAE	Volofoty lahy	<i>Aerva sp</i>	Caducue	Ramifié et dur
AMARANTHACEAE	Volofoty vavy	<i>Aerva javanica</i>	Caducue	
ASCLEPIADACEAE	Ranga	<i>Cynachum decaisnianum</i>	Aphylle	Liane, latex blanc
ASCLEPIADACEAE	Mozy	<i>Leptadenia madagascariensis</i>	Caducue	Liane
ASCLEPIADACEA	Lombiry	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	Caducue et latex blanche	Liane , latex blanche
ASTERACEAE	Marofitotse	<i>Vernonia sublutea</i>	Caducue reduite	
ASTERACEAE	Famonty	<i>Pluchea grevei</i>	Reduite	
BIGNONIACEAE	Somotsoy	<i>Fernandoa madagascariensis</i>	Reduite grassae et caducue	
BIGNONIACEA	Mangarahara	<i>Stereospermum variable</i>		
BURSERACEAE	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i>	Caducue	Un peu succulente et présence de latex
BURSERACEA	Tainjazamena	<i>Commiphora sp</i>	Caducue	Un peu succulente et présence de latex
COMBRETACEA	Fatra	<i>Terminalia seyrigu</i>	Caducue	
EBANACEA	Ariboke	<i>Diospyros humbertiana</i>	Reduite et caducue	
EQUISETACEA	Kitohitohy	<i>Equisetum ramosissimum</i>		
EUPHORBIACEAE	Hazombalala	<i>Gelonium adenophoum</i>	Caducue	
EUPHORBIACEA	Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	Aphylle en présence de latexe blanche	Présence de latex blanc
EUPHORBIACEA	Betondro	<i>Euphorbia onoclada</i>	Aphylle	Présence de latex blanc
EUPHORBIACEA	Pisopiso	<i>Croton sp</i>		
EUPHORBIACEA	Hazomena	<i>Securinega capuronii</i>	Reduite et caducue	Ramifié
EUPHORBIACEA	Katsatsa	<i>Euphorbia mahafaliensis</i>	Caducue	
FABACEAE	Lovainafy	<i>Dicraeopetalum mahafaliensis</i>		
FABACEAE	Avoha	<i>Alantsilodendron decayanum</i>		
KALANCHOEAE	Lalampiboitse	<i>Kalanchoe sp</i>	Moyenne et Grasse	
LILIACEAE	Vahotompanara	<i>Aloe sp</i>	Grasse	
LILIACEAE	Vaho	<i>Aloe sp</i>	Grasse	
MALVACEAE	Tainkafotse	<i>Grewia microcarpa</i>	Réduite	
MIMOSACEAE	Varoy	<i>Acacia farnesiana</i>		
MORACEAE	Nonoke	<i>Ficus sp</i>		
MORENGACEAE	Morongo	<i>Morenga</i>		
OLACACEAE	Jogomike	<i>Olax dissitiflora</i>		

POACEAE	Kidresy	<i>Cynodon dactylon</i>		
RUBIACEAE	Vavaloza	<i>Canthium sp</i>		
RUTACEAE	Katrafay	<i>Cedrelopsis grevei</i>		
SAPOTACEAE	Lampagna	<i>Capurodendron androyense</i>		
SOLANACEAE	Hazonosy	<i>Solanum heinianum</i>	Réduite allongé et épineuse	Ramifié et épineuse
SALVADORACEAE	Sasavy	<i>Salvadora angustifolia</i>		
TILIACEAE	Hazofoty	<i>Grewia cyclea</i>		
ZYGOPHYLLACEAE	Filatatao	<i>Zygophyllum depaupertum</i>		
	Algue rouge	<i>Eucheuma striatum</i>		

Pour l'algue rouge on va peser la matière fraîche, puis on va séché et on pèse , on déterminé la teneur en eau par la formule suivante

Ho% = $\frac{MS - Mo}{MS} \times 100$ Avec Ms = masse à l'état fraîche Mo = masse à l'état anhydre

Mo Ho = Teneur en eau

Annexe V: Liste des espèces végétales inventoriées

Nom : Valencia, Ibrahim, Adexi et Marcel

SITE 1 à Barn-HILL

Parcelle n°1 GPS 38K 0372690 UTM 7395868 Altitude de 26 m Pente

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Nbre	feuille	fruit	fleur
	Fofotse	Indéterminé	]48;100[	5	oui	0	0
	Tsinefo	Indéterminé	110	1	oui	0	0
EUPHORBIACEAE	Hazomena	<i>Securinega capuronii</i>	] 50;138[	3	oui	0	
ERYTHROXYLACEAE	Karimbola	<i>Erythroxylum retusum</i>	88	1	oui	0	0
MALVACEAE	Tainkafotse	<i>Grewia microcarpa</i>	] 50;128[	7	oui	0	0
	Hazonta	<i>Rhigozum angustifolium</i>	] 62;138[	2	oui	0	0
BURSERACEAE	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i>	100	2	0	0	0
SOLANACEAE	Hazonosy	<i>Solanum heinianum</i>	82	1	oui	0	0
	Afotse	Indéterminé	]55-87[	4	oui	0	0

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Nbre	feuille	fruit	Fleur
	Fofotse	Indéterminé	]48;100[	5	oui	0	0
	Tsinefo	Indéterminé	110	1	oui	0	0
EUPHORBIACEAE	Hazomena	<i>Securinega capuronii</i>	]50;138[	3	oui	0	0
ERYTHROXYLACEAE	Karimbola	<i>Erythroxylum retusum</i>	88	1	oui	0	0
MALVACEAE	Tainkafotse	<i>Grewia microcarpa</i>	] 50;128[	7	oui	0	0
	Hazonta	<i>Rhigozum angustifolium</i>	] 62;138[	2	oui	0	0
BURSERACEAE	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i>	100	2	oui	0	0
SOLANACEAE	Hazonosy	<i>Solanum heinianum</i>	82	1	oui	0	0
	Afotse	Indéterminé	]55-87[	4	oui	0	0

Parcelle n°2 GPS 38K 0372053 UTM 7395438 Altitude de 73 m Pente

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Nbre	Feuille	fruit	fleur
	Ringanjinga-boitse	Indéterminé	100	2	oui	0	0
KALANCHOEAE	Lalampi-boitse	<i>Kalanchoe sp</i>	]29;90[	7	oui	0	0
ANACARDIACEAE	Sakoa	<i>Poupartia syvatica</i>	300	1	0	0	0
ERYTHROXYLACEAE	Karimbola	<i>Erythroxylum retusum</i>	]43;87[	1	oui	0	0
ZYGOPHYLLACEAE	Filatatao-boitse	<i>Zygophyllum depauperatum</i>	]98;102[	3	oui	0	0
	Fofotse	Indéterminé	]60;78[	2	oui	0	0

Parcelle n°3 GPS 38K 037 2198 ; UTM 7395372 Altitude de 40 m Pente

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	hauteur	Nbre	feuille	Fruit	fleur
ASTERACEAE	Marofototse	<i>Vernonia sublutea</i>	]132;140[	2	oui	0	0
EUPHORBIACEAE	Hazomena	<i>Securinega capuronii</i>	]43;103[	3	oui	0	0
KALANCHOE	Lalampi-boitse	<i>Kalanchoe sp</i>	200	1	oui	0	0
LILIACEAE	Vahotopanara	<i>Aloe sp</i>	]30;50[	3	oui	0	0
BURSERACEAE	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i>	100	1	0	0	0
COMBRETACEAE	Tali-boitse	<i>Terminalia mantaly</i>	]98;108[	5	oui	0	0
	Kotika	Indéterminé	100	1	oui	0	0
ASTERACEAE	Tainjazamena	<i>Psiadia altissima</i>	100	1	oui	0	0
ASCLEPIADACEAE	Ranga	<i>Cynachum decaisnianum</i>	Liane	Liane	0	0	0

Parcelle n°5 GPS 38K 0372380 ;UTM 7395545 Altitude de 14 m Bassin-Versant

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Nbre	feuille	fruit	fleur
ASCLEPIADACEAE	Lombiry	<i>Cryptostegia grandiflora</i>	Liane		oui	oui	0
ASTERACEAE	Famonty	<i>Pluchea grevei</i>	]150;200[	4	oui	0	oui

SITE N°2 à Antsonjike

- Parcelle n°1 GPS 38K 03773907 UTM 7395984 Alti de 38 m Pente

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	hauteur	Nbre	feuille	fruit
FABACEAE	Avoha	<i>Alantsilodendron decaryanum</i>	]60;150[	10	0	0
RUTACEAE	Katrafay	<i>Cedrelopsis grevei</i> (Baillon)	]79;132[	6	oui	0
ASTERACEAE	Tainjazamena	<i>Psiadia altissima</i>	] 72;128[	4	0	0
BURSERACEAE	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i>	] 98;120[	4	0	0
EUPHORBIACEAE	Pisopiso	<i>Croton divaricata</i> (Leandri)	98	1	oui	0
COMBRETACE	Fatra	<i>Terminalia seyrigii</i> (H.Perr)	] 90;100[	2	oui	0
MALVACEAE	Tainkafotse	<i>Grewia microcarpa</i>	92	1	oui	0
EUPHORBIACEAE	Betondro	<i>Euphorbia onoclada</i>	100	1	0	0
TILIACEAE	Hazofoty	<i>Grewia cyclea</i> (H. Bn)	60	1	oui	0
	Kotika	Indéterminé	100	1	oui	0

Parcelle n°2 GPS 38K 0374001 ; UTM 7396080 Alti de 50m Pente

Famille	Nom vernaculaire	Nom scientifiques	Hauteur	Nbre	Feuille	Fruit
RUTACEAE	Katrafay	<i>Cedrelopsis grevei</i>	]100;105[	8	oui	0
MALVACEAE	Tainkafotse	<i>Grewia microcarpa</i>	]40;100[	40	oui	0
ANACARDIACEA	Jabihy	<i>Operculicarya decaryi</i>	]50;90[	9	0	0
ASTERACEAE	Tainjazamena	<i>Psiadia altissima</i>	] 45;100[	2	0	0
BURSERACEAE	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i>	] 100;150[	5	0	0
EBENACEAE	Ariboke	<i>Diospyros humberiana</i>	100	1	oui	0

Parcelle n°3 GPS 38K 0374106 UTM 7396069 Alti de 32 m Pente

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Feuille	Fruit	Fleur
EUPHORBIACEAE	Katratra	<i>Jatropha mahafaliensis</i>	300	0	0	0
EUPHORBIACEAE	Betondro	<i>Euphorbia onoclada</i>	]98;150[	0	0	0
RUTACEAE	Katrafay	<i>Cedrelopsis grevei</i> (Baillon)	] 38;100[	oui	0	0
BURSERACEAE	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i>	]98;250[	0	0	0
	Afotse	Indéterminé	100	oui	0	0
FABACEAE	Avoha	<i>Alantsilodendron decaryanum</i>	] 96;100[	oui	0	0
EBENACEAE	Ariboke	<i>Diospyros humberiana</i>	98	oui	0	0
MALVACEAE	Tainkafotse	<i>Grewia microcarpa</i>	]100;150[	oui	0	0
	Kotika	Indéterminé	98	oui	0	0
OLACACEAE	Jogomeke	<i>Olax dissitiflora</i> (Oliv.)	99	oui	0	0
FABACEAE	Fangitse	<i>Dolichos fangitsy</i>	Liane	oui	0	0

Parcelle n°4 GPS 38K 0374028 UTM 73 95861 Alti de 21 m Pente

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Nbre	Feuille	Fruit	Fleur
EBENACEAE	Ariboke	<i>Diospyros humberiana</i> (H. Perr.)	100	2	oui	0	0
MALVACEAE	Tainkafotse	<i>Grewia microcarpa</i> (R. Capuron)	150	1	oui	0	0
BURSERACEAE	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i> (Engeler)	]100;150[	5	0	0	0
	Hazonta	<i>Rhigozum angustifolium</i>	]100;150[	3	oui	0	0
SALVADORACEAE	Sasavy	<i>Salvadora angustifolia</i> (Turill.)	60	1	oui	0	0
ASCLEPIADACEAE	Lombiry	<i>Cryptostegia grandiflora</i> (R. Br.)	Liane		oui	0	0
	Fofotse	Indéterminé	100	1	oui	0	0
	Fanjantra	Indéterminé	]100;200[	1	oui	0	0
	Ringanjinga-boitse	Indéterminé	150	8	oui	0	0

Parcelle n°5 GPS 0373947 UTM 7395847 Alti de 16 m Bassin-Versant

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Nbre	Feuille	Fruit	Fleur
POACEAE	Kidresy	<i>Cynodon dactylon</i>			oui	0	0
MIMOSACEAE	Varoy	<i>Acacia farnesiana</i>	300	1	oui	0	0
BIGNONIACEAE	Mangarahara	<i>Stereospermum variabile</i>	50	1	oui	0	0
OLACACEAE	Jogomike	<i>Oxalys dissitiflora</i> (Oliv.)	300	1	oui	0	0
EQUISETACEAE	Kitohitohy	<i>Equisetum ramosissimum</i>	]50;80[		0	0	oui
ASTERACEAE	Famonty	<i>Pluchea grevei</i>	98	2	oui	0	0
	Ringanjinga-boitse	Indéterminé	] 50;60[	4	oui	0	0

SITE N°3 à Bina ou Circuit Moringa

Parcelle n°1 GPS 38K 037 2643 UTM 7398 354 Alti de 41 m Pente

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Nbre	Feuille	Fruit	Fleur
MORINGACEAE	Morongo	<i>Moringa drouhardii</i>	300	1	oui	0	0
EUPHORBIACE	Betondro	<i>Euphorbia onoclada</i>	100	2	0	0	0
EUPHORBIACEAE	Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	]100;300[	5	0	0	0
SAPOTACEAE	Lampagna	<i>Capurodendron androyense</i>	88	1	oui	0	0
BURSERACEA	Tainjazamena	<i>Commiphora monstrosa</i>	38	1	0	0	0
EBENACEAE	Ariboke	<i>Diospyros humbertiana</i>	95	1	oui	0	0
AMARANTHACEAE	Volofoty lahy	<i>Aerva sp</i>	100	1	oui	0	oui
AMARANTHACEAE	Volofoty vavy	<i>Aerva javanica</i>	70	4	oui	0	oui
	Ringanjinga-boitse	Indéterminé	] 85;88[	3	oui	0	0

Parcelle n°2 GPS 38K 0372665 UTM 7398352 Alti de 27 m Pente

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Nbre	Feuille	Fruit	Fleur
MORACEAE	Nonoke	<i>Ficus sp.</i>	150	1	oui	0	0
EUPHORBIACEAE	Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	]50;300[	20	0	0	0
MORINGACEAE	Morongo	<i>Moringa drouhardii</i>	300	1	oui	0	0
	Ringanjinga-boitse	Indéterminé	] 50;80[	50	oui	0	0
BURSERACEA	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i>	]100;300[	2	0	0	0
MALVACEAE	Tainkafotse	<i>Grewia microcarpa</i> (R. Capuron)	]150;200[	2	oui	0	0
TILIACEAE	Hazofoty	<i>Grewia cyclea</i> (H.Bn)	124	1	oui	0	0
EUPHORBIACEAE	Hazomena	<i>Securinega capuronii</i> (Leandri)	100	1	oui	0	0
BIGNONIACEAE	Somotsoy	<i>Fernandoa madagascariensis</i>	200	1	oui	0	0

EUPHORBIACE	Betodro	<i>Euphorbia onocladata</i> (Baillon)	50	2	0	0	0
BIGNONIACEAE	Mangarahara	<i>Stereospermum variable</i>	200	1	oui	0	0
LILIACEAE	Vohotsoy	<i>Aloe divaricata</i>	] 20;60[	40	oui	0	0
ANACARDIACEAE	Sakoa	<i>Poupartia syvatica</i>	300	2	0	0	0

Parcelle n°3 GPS 38K 037 26 77 UTM 7398327 Alti de 23 m

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Nbre	Feuille	Fruit	Fleur
EUPHORBIACE	Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	]40;150[	23	0	0	0
MORACEAE	Nonoke	<i>Ficus sp</i>	150	1	oui		
EUPHORBIACE	Betondro	<i>Euphorbia onocladata</i> (Baillon)	]38;90[	3	0	0	0
ASTERACEAE	Tainjazamena	<i>Psiadia altissima</i>	]20;90[	3	0	0	0
LILIACEAE	Vohotsoy	<i>Aloe divaricata</i> (Berger)	]20;50[	50	oui	0	0
EUPHORBIACE	Hazomena	<i>Securinea capuronii</i> (Leandri)	]100;150[	2	oui	0	0
OLACACEAE	Jogomike	<i>Olax dissitiflora</i> (Oliv.)	]100;150[	2	oui	0	0
TILIACEAE	Hazofoty	<i>Grewia cyclea</i> (H.Bn)	50	1	oui	0	0
	Hazonta	<i>Rhigozum angustifolium</i>	]150;200[	2	oui	0	0
MALVACEAE	Tainkafotse	<i>Grewia microcarpa</i>	]52;58[	2	oui		
BURSERACEA	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i>	95	1	0	0	0
BIGNONIACEAE	Mangarahara	<i>Stereospermum variable</i>	200	1	oui		
RUBIACEAE	Vavaloza	<i>Canthium sp.</i>	250	1	oui		
	Nonok'amboa	Indéterminé	150	1	oui		
FABACEAE	Lovainafy	<i>Dicraeopetalum mahafaliense</i>	300	1	oui		

Parcelle n°4 GPS 38K 0372773 UTM 7398295 Alti de 40 m

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Nbre	Feuille	Fruit	Fleur
	Hazonta	<i>Rhigozum angustifolium</i>	]40;150[	4	oui	0	0
	Ringanjinga-boitse	Indéterminé	38-60	15	oui	0	0
OLACACEAE	Jogomike	<i>Olax dissitiflora</i> (Oliv.)	]56;200[	3	oui	0	0
ASCLEPIADACEAE	Mozy	<i>Leptadenia madagascariensis</i>	Liane		oui	0	0
BURSERACEA	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i>	]100;150[	3	0	0	0
MALVACEAE	Tainkafotse	<i>Grewia microcarpa</i> (R. Capuron)	100	1	oui		
EUPHORBIACE	Betondro	<i>Euphorbia onocladata</i>	98	1	0	0	0
	Nonok'amboa	Indéterminé	150	1	oui	0	0

Parcelle n°5 GPS 38K 0372711 UTM 73 98303 Bassin – versant. Altitude 23 m

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur	Nombre	Feuille	Fruit	Fleur
BIGNONIACEAE	Somotsoy	<i>Fernandoa madagascariensis</i>	200	1	oui	0	0
EUPHORBIACE	Laro	<i>Euphorbia tirucalli</i>	]100;150[	2	0	0	0
FABACEAE	Lovainafy	<i>Dicraeopetalum mahafaliense</i>	100	2	oui	0	0
EUPHORBIACE	Hazomena	<i>Securinega capuronii</i> (Leandri)	150	1	oui	0	0
OLACACEAE	Jogomike	<i>Olax dissitiflora</i>	90	1	oui	0	0
	Nonok'amboa	Indéterminé	98	1	oui	0	0
	Afotse	Indéterminé	100	1	oui	0	0
LILIACEAE	Vohotsoy	<i>Aloe divaricata</i> (Berger)	]15;20[	20	oui	0	0
	Bokatsa	Indéterminé	90	1	oui	0	0
ZYGOPHYLLACEAE	filatao-boitse	<i>Zygophyllum depauperatum</i>	98	1	oui	0	0
MALVACEAE	Tainkafotse	<i>Grewia microcarpa</i> (R. Capuron)	150	1	oui	0	0
	Fofotse	Indéterminé	90	1	oui	0	0

SITE N°4 à Binabe

Parcelle n°1 GPS 38K 0374376 UTM 7404055. Alti de 71 m

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur cm	Nombre	Feuille	Fruit	Fleur
	Riganjinga-boitse	Indéterminé	]80;90[	4	oui	0	0
EUPHORBIACE	Pisopiso	<i>Croton bastardi</i> (Leandri)	]50;90[	2	oui	0	0
	Fatik'akoho		]40;80[	2	oui	0	0
EBENACEAE	Ariboke	<i>Diospyros humbertiana</i> (H. Perr.)	90	1	oui	0	0
ASCLEPIADACEAE	Mozy	<i>Leptadenia Madagascariensis</i> (Decaisne)	Liane		oui	0	0
BURSERACEA	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i> (Engeler)	80	1	0	0	0
EUPHORBIACE	Laro	<i>Euphorbia tirucalli</i>	100	1	0	0	0

- Parcelle n°2 GPS 38K 0375018 UTM 74 04027. Altitude de 67 m

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur cm	Nombre	Feuille	Fruit	fleur
ASCLEPIADACEAE	Mozy	<i>Leptadenia madagascariensis</i>	Liane	Liane	oui	oui	0
EBENACEAE	Ariboke	<i>Diospyros humbertiana</i> (H. Perr.)	40	1	oui	0	0
EUPHORBIACE	Hazombalala	<i>Gelonium adenophum</i> (Mull.Arg)	150	4	oui	0	0
BURSERACEA	Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i> (Engeler)	90	1	0	0	0
	ringanjinga-boitse	Indéterminé	]40;70[	30	oui	0	0

Parcelle n°3 : GPS 38K 0374352 ; UTM 7404042 Alti de 75 m Pente

Présence de Boka ou de Kapaipoty ou d'ahipoty de prairie, de termites et de roches calcaires.

- Parcelle n°4 GPS 38K 0374985 ; UTM 7404020 Alti de 84 m Pente c'est la même chose que la parcelle N°3

- Parcelle n°5 GPS 38K 037 5008 ; UTM 7404013 Altitude : 31 m. Bassin versant

Famille	Nom vernaculaire	Nom espèce	Hauteur (cm)	Feuille	Fruit	Fleur
ASTERACEAE	Tainjazamena	<i>Psiadia altissima</i>	]50;150[	0	0	0
BURSERACEA	taraby	<i>Commiphora orbicularis</i> (Engeler)	]100 ; 200[	0	0	0
EUPHORBIACE	Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	]90 ; 200[	0	0	0
	Beravy	Indéterminé	]100 ; 300[	0	0	0
EUPHORBIACE	Katratra	<i>Jatropha mahafaliensis</i> (Jum)	]90 ; 200[	0	0	0
ASCLEPIADACEAE	Mozy	<i>Leptadenia madagascariensis</i>	Liane	oui	oui	0
	Mahafatike	Indéterminé	100	oui	0	0
EUPHORBIACE	Hazombalala	<i>Gelonium adenophoum</i>	]70;200[	oui	0	0
ASTERACEAE	Tainjazamena	<i>Psiadia altissima</i> (Benth & Hook.)				
BURSERACEA	taraby	<i>Commiphora orbicularis</i> (Engeler)				
EUPHORBIACE	Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>				
	Beravy	Indéterminé				
EUPHORBIACE	Katratra	<i>Jatropha mahafaliensis</i> (Jum)				
ASCLEPIADACEAE	Mozy	<i>Leptadenia madagascariensis</i>				
	Mahafatike	Indéterminé				

Annexe VI: Distribution des dhp par site et par parcelle

Nom vernaculaire	Nom espèce	dhp	Hauteur	Parcelle	Site
Sakoa	<i>Poupartia sylvatica</i> (Chapel et H. Perr.)	22	300	2	1
Lalampi-boitse	<i>Kalancho sp</i>	5	200	3	1
Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i> (Engeler)	12	150	3	2
Katratra	<i>Jatropha mahafaliensis</i> (Jum.)	13	300	3	2
Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i> (Engeler)	3	150	4	2
Morongo	<i>Moringa drouhardrii</i>	44	300	1	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	8	200	1	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	10	250	1	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	7	200	1	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	6	250	2	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	7	200	2	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	9	150	2	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	15	150	2	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	15	200	2	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	6	150	2	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	6	150	2	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	12	130	2	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	12	200	2	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	11	150	2	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	8	149	2	3
Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i> (Engeler)	6	250	2	3
Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i> (Engeler)	4	150	2	3
Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i> (Engeler)	5	150	2	3
Somotsoy	<i>Fernandoa madagascariensis</i> Baker	5	200	2	3
Sakoa	<i>Poupartia syvatica</i> (Chapel. et H. Perr.)	6	250	2	3
Nonoke	<i>Ficus sp.</i>	9	200	3	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	9	150	3	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	8	150	3	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	9	200	3	3
Laro	<i>Euphorbia tirucallii</i>	6	150	3	3
Hazomena	Indéterminé	8	150	3	3
Taraby	<i>Commiphora orbicularis</i> (Engeler)	9	130	3	3
Betondro	<i>Euphorbia oncoclada</i>	10	150	3	3